

**Caractérisation des ponceaux aménagés sur le réseau forestier
des bassins versants des rivières à saumon Dartmouth,
York et St-Jean (Gaspésie, Québec)**



Par
Louis-Philippe Caron, biologiste
Consultant en bioécologie

Rapport d'inventaire pour la
Table de gestion intégrée des ressources et du territoire de la Gaspésie (TGIRTG)

Février 2020

Partenaires



Rédaction

Louis-Philippe Caron, Biologiste
Consultant en bioécologie

Révision :

Rémi Lesmerises, Directeur
Société de gestion des rivières de Gaspé inc.

Élie-Merlin Mercier-Ouellet, Biologiste
Regroupement des ZEC du Saguenay-Lac-Saint-Jean

RÉSUMÉ

L'étude de la caractérisation des traverses de cours d'eau réalisé à l'été 2020 a permis d'afficher un portrait global des ponceaux et de définir leur franchissabilité sur le territoire des bassins versants des rivières Dartmouth, St-Jean et York. La méthode standardisée a permis d'inventorier 570 traverses de cours d'eau, dont 365 ponceaux. Ces derniers étaient retrouvés dans un état médiocre ou critique dans 20% des cas. Le type de matériaux employé peut influencer leur durée de vie comme le montrent les ponceaux en bois qui sont dans un état médiocre ou critique dans 96% des cas. Quant à eux, les ponceaux souples (métal et plastique) sont retrouvés respectivement à 11% et 16% dans une condition médiocre ou critique. Ces plus faibles pourcentages pourraient provenir de leur plus récente utilisation dans le paysage forestier. L'inventaire a aussi contribué à définir les modifications du régime hydrique par les ponceaux. Ces derniers modifient notamment les caractéristiques du cours d'eau par l'absence de lit dans le fond du conduit (33%), la diminution de la largeur du cours d'eau (22%) et la création d'une fosse en aval (24%). Ces modifications peuvent provoquer une augmentation de la vitesse d'écoulement et ainsi créer un obstacle à la migration des poissons. L'obstruction directe de plus de 20% de l'ouverture des conduits était observée dans 19% des cas et était majoritairement causée par des apports de sédiments (37.5%). À cet effet, les sources d'érosion sur le réseau forestier à l'étude provenaient principalement de la surface du chemin (35%) et de l'érosion du remblai (26%). L'érosion des sédiments vers les ruisseaux pourrait être attribuable aux déficiences d'entretien, dont le mauvais profilage des chemins (15%), des digues absentes (17%) ou brisées (15%) et des bassins de sédimentation (26%). En plus des différents impacts extrinsèques aux ponceaux sur l'habitat, les problématiques intrinsèques ont aussi déterminé que 76%, 85% et 69% des ponceaux respectivement localisés sur le bassin versant des rivières Dartmouth, St-Jean et York étaient infranchissables. Cela correspond à une perte d'habitat potentiel de 4 734 197 mètres carrés pour les trois rivières. Pour parvenir à ces résultats, l'indice de Coffman et le calcul de la perte d'habitat en amont ont été utilisés. En somme, des installations adéquates et de saines pratiques d'entretiens pourraient contribuer à réduire les risques pour les habitats aquatiques en milieu forestier.

Mot clé : traverses, ponceaux, fragmentation, perte d'habitat, chemin forestier, condition, obstruction, érosion, entretien, modification de cours d'eau, perméabilité.

ABSTRACT

The study of the characterization of stream crossings on forest road carried out in the summer of 2020 made it possible to display a global portrait of culverts and define their passability on the territory of the watersheds of the Dartmouth, St-Jean and York rivers. The standardized method contributed to inventory 570 stream crossings, including 365 culverts. These were found in poor or critical condition in 20% of cases. The type of materials used can influence their lifespan, as evidenced by wood culverts which are in poor or critical condition 96% of the time. As for them, the flexible culverts (metal and plastic) are found respectively at 11% and 16% in a mediocre or critical condition. These lower percentages could come from their most recent use in the forest landscape. The inventory also helped define changes in the water regimes by culverts. Those notably modify the characteristics of the watercourse by the absence of a bed in the bottom of the conduit (33%), the reduction in the width of the watercourse (22%) and the creation of a pool downstream (24%). These changes can cause an increase in flow velocity and thus create an obstacle to fish migration. Direct obstruction of more than 20% of the opening of the culverts was observed in 19% of cases and was mainly caused by sediment inputs (37.5%). To this end, the sources of erosion on the forest network under study came mainly from the surface of the road (35%) and from the erosion of the backfill (26%). The erosion of sediments towards the streams could be attributable to maintenance deficiencies including poor profiling of roads (15%), missing (17%) or broken dikes (15%) and sedimentation ponds (26%). In addition to the various impacts extrinsic to culverts on habitat, intrinsic issues also determined that 76%, 85% and 69% of culverts located respectively in the watershed of the Dartmouth, St-Jean and York rivers were impassable to fish. This corresponds to a potential habitat loss of 4,734,197 square meters for the three rivers. To achieve these results, the Coffman index and the upstream habitat loss calculation were used. In short, adequate facilities and continuously good maintenance practices could help reduce the risks to aquatic habitats in forests.

Keyword: culverts, fragmentation, loss of habitat, condition, forest road, obstruction, erosion, maintenance, stream modification, permeability.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
INTRODUCTION	10
MISE EN CONTEXTE	10
TRAVERSES DE COURS D'EAU	10
Ponceaux flexibles	10
Ponceaux rigides.....	11
IMPACTS DES PONCEAUX SUR LE MILIEU AQUATIQUE.....	12
Sédimentation	12
Fragmentation d'habitat	13
OBJECTIFS	13
MÉTHODOLOGIE.....	14
AIRE D'ÉTUDE	14
SÉLECTION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	14
CARACTÉRISATION DES TRAVERSES DE COURS D'EAU	16
Outil de collecte de donnée	16
Méthode d'échantillonnage	16
PERMÉABILITÉ DES TRAVERSES DE COURS D'EAU	17
DÉTERMINATION DE LA PERTE D'HABITAT	18
RÉSULTATS.....	18
PORTRAIT DES TRAVERSES DE COURS D'EAU	18
PROBLÉMATIQUES DES PONCEAUX RENCONTRÉS	20
ACCESSIBILITÉ DES HABITATS AQUATIQUES PAR L'ICHTYOFAUNE.....	24
DISCUSSION	25
ÉVALUATION DE LA CONDITION DES PONCEAUX	25
IMPACT SUR LE MILIEU AQUATIQUE.....	27
Modification des caractéristiques du cours d'eau	27
Problématiques d'érosion et d'entretien.....	28

Fragmentation et perte d'habitat	29
CONCLUSION	29
RECOMMANDATION	31
BIBLIOGRAPHIE.....	33
Annexe 1. Localisation des points d'échantillonnage prioritaire à l'emplacement potentiel des traverses de cours d'eau pour la caractérisation de celles-ci sur les rivières à saumon Dartmouth, St-Jean et York.	37
Annexe 2. Script R Studio (R Core Team, 2020) traduisant le filtre statique de Coffman (2005) qui permet de définir de façon qualitative la franchissabilité d'une traverse de cours d'eau par un poisson sans regard aux paramètres hydrologiques.	41
Annexe 3. État des ponceaux sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, York, St-Jean).	44
Annexe 4. Localisation cartographique et descriptive de la présence de castor ou de barrage dans le conduit, dans le cours d'eau en amont ou en aval des traverses de cours d'eau sur les bassins versants des rivières Dartmouth, St-Jean et York.....	48
Annexe 5. Représentation cartographique de la perte d'habitat potentiel pour les salmonidés sur les rivières Dartmouth, St-Jean et York causé par l'infranchissabilité des ponceaux déterminés par l'indice de Coffman (2005).....	51

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DU TOTAL GÉNÉRAL DES DIFFÉRENTES INFRASTRUCTURES RENCONTRÉES SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, ST-JEAN ET YORK).	19
TABLEAU 2. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DE L'ÉTAT DES PONCEAUX SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, YORK, ST-JEAN).	20
TABLEAU 3. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DE LA CONDITION DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, YORK, ST-JEAN) SELON LE TYPE DE MATÉRIAUX*.....	20
TABLEAU 4. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DU POURCENTAGE D'OBSTRUCTION DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, YORK, ST-JEAN).	21
TABLEAU 5. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DES MODIFICATIONS DES CARACTÉRISTIQUES DU COURS D'EAU DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, N=123; YORK, N=106; ST-JEAN, N=136)....	22
TABLEAU 6. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DES SOURCES D'ÉROSION DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, N=123; YORK, N=106; ST-JEAN, N=136).....	23
TABLEAU 7. NOMBRE D'OCCURRENCE ET POURCENTAGE DES DÉFICIENCES D'ENTRETIENS DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, N=123; YORK, N=106; ST-JEAN, N=136).	24
TABLEAU 8. SUPERFICIES INDIVIDUELLES ET SUPERFICIES COMBINÉES POTENTIELLEMENT INACCESSIBLES DES COURS D'EAU EN AMONT DES PONCEAUX INVENTORIÉS (N=286) COMPRENANT LES PONCEAUX INVENTORIÉS EN 2020 DANS TROIS RIVIÈRES À SAUMON DE LA GASPÉSIE (DARTMOUTH, N=123; YORK, N=106; ST-JEAN, N=136) SELON L'INDICE DE FRANCHISSABILITÉ DE COFFMAN (2005). 25	
TABLEAU 9. POURCENTAGE DE PONCEAUX SELON LEUR PRIORITÉ D'INTERVENTION LOCALISÉE SUR LES BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES À SAUMON DARTMOUTH (N=55), ST-JEAN (N=31) ET YORK (N=59) EN GASPÉSIE.....	31

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. PONCEAUX FLEXIBLES SOUPLES EN TÔLE ONDULÉE (GAUCHE) ET EN PLASTIQUE LISSE (DROITE).	11
FIGURE 2. PONCEAUX RIGIDES EN BOIS CONSTITUÉ DE BILLES (GAUCHE), EN BOIS DE FORME CYLINDRIQUE (CENTRE GAUCHE), EN BÉTON DE FORME CYLINDRIQUE (CENTRE DROIT) ET EN BÉTON DE FORME CARRÉE (DROITE).	12
FIGURE 3. LOCALISATION DES BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES À SAUMONS DARTMOUTH, YORK ET ST-JEAN (GASPÉSIE, QUÉBEC)	15
FIGURE 4. « ORGANIGRAMME DÉCISIONNEL DU MODÈLE PRÉDICTIF DU SUCCÈS DE PASSAGE DES SALMONIDÉS JUVÉNILES DÉVELOPPÉ PAR COFFMAN (2005) QUI CLASSIFIE LES PONCEAUX EN TROIS CATÉGORIES (FRANCHISSABLE, INFRANCHISSABLE OU INDÉTERMINÉ) EN FONCTION DE LEURS PARAMÈTRES PHYSIQUES :LA PRÉSENCE DE SUBSTRAT DANS LA CONDUITE, LE RETOUR D'EAU DANS LA CONDUITE, LA HAUTEUR DE SEUIL EN AVAL DU PONCEAU, LA PENTE DU PONCEAU ET SA LONGUEUR » - TIRÉ DE GAGNON-POIRÉ (2017)	17
FIGURE 5. POURCENTAGE DES TYPES D'OBSTRUCTION DES PONCEAUX SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON EN FONCTION DE LEUR CLASSE D'OBSTRUCTION (DARTMOUTH, N=123; YORK, N=106; ST-JEAN, N=136).	21
FIGURE 6. FORCE D'ÉROSION DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, ANNEAU CENTRAL, N=99; YORK, ANNEAU DU MILIEU, N=88; ST-JEAN, ANNEAU EXTÉRIEUR, N=105).	22
FIGURE 8. POURCENTAGE DE LA PERMÉABILITÉ DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, N=123; YORK, N=106; ST-JEAN, N=136) DÉFINI PAR L'INDICE DE COFFMAN (2005)	24

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. LOCALISATION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE PRIORITAIRE À L'EMPLACEMENT POTENTIEL DES TRAVERSES DE COURS D'EAU POUR LA CARACTÉRISATION DE CELLES-CI SUR LES RIVIÈRES À SAUMON DARTMOUTH, ST-JEAN ET YORK.....	37
ANNEXE 2. SCRIPT R STUDIO (R CORE TEAM, 2020) TRADUISANT LE FILTRE STATIQUE DE COFFMAN (2005) QUI PERMET DE DÉFINIR DE FAÇON QUALITATIVE LA FRANCHISSABILITÉ D'UNE TRAVERSE DE COURS D'EAU PAR UN POISSON SANS REGARD AUX PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES.....	41
ANNEXE 3. ÉTAT DES PONCEAUX SUR LE BASSIN VERSANT DE TROIS RIVIÈRES À SAUMON (DARTMOUTH, YORK, ST-JEAN).	44
ANNEXE 4. LOCALISATION CARTOGRAPHIQUE ET DESCRIPTIVE DE LA PRÉSENCE DE CASTOR OU DE BARRAGE DANS LE CONDUIT, DANS LE COURS D'EAU EN AMONT OU EN AVAL DES TRAVERSES DE COURS D'EAU SUR LES BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DARTMOUTH, ST-JEAN ET YORK	48
ANNEXE 5. REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DE LA PERTE D'HABITAT POTENTIEL POUR LES SALMONIDÉS SUR LES RIVIÈRES DARTMOUTH, ST-JEAN ET YORK CAUSÉ PAR L'INFRANCHISSABILITÉ DES PONCEAUX DÉTERMINÉS PAR L'INDICE DE COFFMAN (2005).	51
ANNEXE 6. GRILLE DE PRIORISATION D'INTERVENTION POUR LES HABITATS FAUNIQUES SUR LES PONCEAUX EN MILIEU FORESTIER DÉVELOPPÉ PAR L'OBVMR (2019)	55
ANNEXE 7. TABLEAU DES PRIORISATIONS D'INTERVENTION POUR LES HABITATS FAUNIQUES SUR LES PONCEAUX EN MILIEU FORESTIER DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DARTMOUTH (N = 55) SELON LA GRILLE DE SÉLECTION DÉVELOPPÉE PAR L'OBVMR (2019).	57
ANNEXE 8. TABLEAU DES PRIORISATIONS D'INTERVENTION POUR LES HABITATS FAUNIQUES SUR LES PONCEAUX EN MILIEU FORESTIER DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE ST-JEAN (N = 31) SELON LA GRILLE DE SÉLECTION DÉVELOPPÉE PAR L'OBVMR (2019).....	60
ANNEXE 9. TABLEAU DES PRIORISATIONS D'INTERVENTION POUR LES HABITATS FAUNIQUES SUR LES PONCEAUX EN MILIEU FORESTIER DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE YORK (N = 59) SELON LA GRILLE DE SÉLECTION DÉVELOPPÉE PAR L'OBVMR (2019).....	62

INTRODUCTION

MISE EN CONTEXTE

L'exploitation forestière ne cesse de s'amplifier sur le territoire québécois. Le réseau routier forestier en est ainsi de plus en plus densifié par une multitude de chemins. Il est estimé qu'entre 4000 et 5000 km de chemin sont construits annuellement dans la province (Coulombe *et al.*, 2004). Plus particulièrement en Gaspésie, c'est près de 27 000 km de chemin qui arpentent le territoire (Fournier, 2013). Les chemins forestiers sont indispensables dans de nombreuses situations où il est question d'accessibilité. Que ce soit pour la récolte de matériel ligneux, de développement éolien, d'exploitation minérale et gazière, d'activités de cueillette (petits fruits, champignons, etc.), de loisir, de chasse et de pêche.

Cette accessibilité nécessite de traverser plusieurs habitats terrestres et aquatiques, dont les rivières et les cours d'eau. Pour pallier ces dommages et minimiser l'impact, l'aménagement, de diverses formes de ponts et de ponceaux sont retrouvées sur le territoire pour permettre l'écoulement de l'eau sous les chemins en plus d'offrir un libre passage à la faune aquatique. Cependant, en raison de mauvaise installation ou de mauvais entretien, plusieurs de ces infrastructures entraînent des dommages sur l'intégrité des systèmes biologiques aquatique comme l'ont préétabli de nombreux chercheurs (Bergeron *et al.*, 2003; Bourgeois *et al.*, 2005; Burford *et al.*, 2009; Caron et Mercier-Ouellet, 2019; Coffman, 2005; Delisle *et al.*, 2004; Dubé *et al.*, 2006; Gagnon-Poiré, 2017; Gauthier et Varady-Szabo, 2014; Gibson *et al.*, 2005; Goerig *et al.*, 2016; Harper et Quigley, 2000; Lacombe et Jutras, 2016; Larinier, 2002; Latrémouille *et al.*, 2014; Park *et al.*, 2008; Poplar-Jeffers *et al.*, 2009; Warren Jr. et Pardew, 1998; Wellman *et al.*, 2000).

TRAVERSES DE COURS D'EAU

L'installation des traverses de cours d'eau est régie depuis avril 2018 par le *Règlement sur l'aménagement durable des forêts* du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (RADF; RLRQ c A-18.1, r 0.01) et sont soumises à la *Loi sur les Pêches* (LRC 1985, c F-14). Auparavant, c'était le *Règlement sur les normes d'intervention dans les Forêts du domaine de l'État* (RNI; A-18.1, r. 7) qui prédominait. Sur le territoire, les infrastructures installées pour les cours d'eau de petite taille sont majoritairement des ponceaux. Ils sont divisés en deux grandes catégories : flexible et rigide (figure 1). Dans le cas précis des ponts, leur évaluation structurelle doit être établie par des professionnels qualifiés. Ils sont sous la direction du Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles (MERN) et c'est le ministère s'occupe de leur entretien (Latrémouille *et al.*, 2014). Les arches et les ponts sont des ouvrages dont le lit du cours d'eau est conservé à son état naturel. Cela offre une plus grande perméabilité au libre passage du poisson (Warren Jr. et Pardew, 1998).

Ponceaux flexibles

Les ponceaux flexibles, telles les structures en acier et en plastique, sont définis par leur capacité à se déformer sans dommage majeur lorsqu'il y a répartition uniforme du matériel de remblaiement (Lacombe et Jutras, 2016). Ces structures peuvent malgré tout être endommagées par des forces ponctuelles dues à une mauvaise compaction ou par la présence de matériel grossier (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007). Les tuyaux en acier sont composés de tôle d'acier galvanisée ondulée (TTOG) enroulée et assemblée dont les joints sont agrafés pour former un cylindre (Lacombe et Jutras, 2016). Ces ponceaux sont apparus dans

les années 1960 et sont désormais les plus répandus en milieu forestier (Lacombe et Jutras, 2016). Leur durée de vie moyenne est évaluée entre 25 et 50 ans et peut même excéder 100 ans, selon les résultats de différentes études présentés par le Corrugated Steel Pipe Institute (2007). En moyenne, elles présentent des signes d'usures après 20 ans (Lacombe et Jutras, 2016). La dégradation peut être causée par l'abrasion due au transport de sédiments, l'acidité, l'humidité, la résistivité électrique de l'eau ou du sol, l'aération et la quantité de sels dissous (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007). Ces paramètres sont grandement influencés par l'interaction avec l'environnement dans lequel la structure est installée et l'épaisseur d'acier choisie (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007).



Figure 1. Ponceaux flexibles souples en tôle ondulée (gauche) et en plastique lisse (droite).

Les ponceaux en plastiques sont composés de polyéthylène haute densité et sont donc plus léger, plus résistant à l'abrasion, à différente variation de pH et à d'autres composants chimiques, à la corrosion en plus de résister aux rayons UV (Plastics Pipe Institute, 2012). Outre ces avantages, les tuyaux de plastiques peuvent avoir une durée de vie de 50 à 100 ans s'ils sont installés selon les normes du fabricant (Plastics Pipe Institute, 2012). Il existe deux variations de tuyaux retrouvés sur le terrain et ils diffèrent selon leur nombre de parois : les simples et les doubles parois. Les simples parois sont composées d'une paroi ondulée qui offre de la flexibilité et de la rigidité au conduit alors que les doubles parois ont un ajout d'une seconde couche lisse non ondulée à l'intérieure. Cela a pour effet d'augmenter la vitesse d'écoulement (Goerig et Bergeron, 2014; Lacombe et Jutras, 2016). À l'inverse, les simples parois augmentent la rugosité et réduisent la vitesse d'écoulement dans le ponceau (Goerig et Bergeron, 2014; Lacombe et Jutras, 2016). En comparaison au ponceau en acier, ceux en plastiques sont plus susceptibles de subir des déformations dues à des forces ponctuelles en raison de leur faible résistance mécanique (Goerig et Bergeron, 2014).

Ponceaux rigides

Les ponceaux rigides sont souvent associés à ceux en béton et en bois (MTQ, 2012). Comparativement aux ponceaux en tôle ondulée galvanisée (TTOG) et en plastique, ceux en béton sont installés en plusieurs segments afin d'atteindre la longueur désirée. Leur forme est généralement arrondie ou carrée et ne présente pas d'ondulation à l'intérieur (figure 2). Les ponceaux en béton sont cependant peut observer en

milieu forestier en raison de leur poids et sont donc davantage utilisés à proximité des centres urbains (Lacombe et Jutras, 2016).



Figure 2. Ponceaux rigides en bois constitué de billes (gauche), en bois de forme cylindrique (centre gauche), en béton de forme cylindrique (centre droit) et en béton de forme carrée (droite).

Les ponceaux en bois, quant à eux, sont largement répandus sur le territoire en raison de leur grande utilisation, sans encadrement apparent (Lacombe et Jutras, 2016), avant les réglementations du RNI en 1988 (Québec, 1988). Ils demeurent présents sur d'anciens chemins non entretenus et même sur des chemins fortement utilisés (MTQ, 2012). Ces ponceaux sont toutefois en désuétude majoritairement en raison de la pourriture des billes de bois (Lacombe et Jutras, 2016; Latrémouille *et al.*, 2014). Ils sont aussi affectés par les rayons UV, les insectes, la rupture, la fissuration, et l'abrasion des billes (MTO, 2008). L'implantation de ponceaux en bois n'est pratiquement plus utilisée, bien que toujours permise par le RADF, ces derniers sont catégorisés dans la catégorie ponceau même s'ils sont constitués d'une arche de bois (MFFP, 2018; Richard *et al.*, 2019).

IMPACTS DES PONCEAUX SUR LE MILIEU AQUATIQUE

Les constats négatifs de la dégradation et la franchissabilité des ponceaux se traduisent par plusieurs problématiques, dont la fragmentation, la perte d'habitat et l'apport de sédiments (Bourgeois *et al.*, 2005; Caron et Mercier-Ouellet, 2019; Dallaire, 2006; Delisle et Dubé, 2001; Delisle *et al.*, 2004; Dubé *et al.*, 2006; Gauthier et Varady-Szabo, 2014; Harper et Quigley, 2000; Lacombe et Jutras, 2016; Lapointe *et al.*, 2004; Latrémouille *et al.*, 2014; Wellman *et al.*, 2000). Malgré tout, en raison de leur rapidité d'installation et de leur faible coût (Torterotot, 2014), ces structures sont davantage utilisées. C'est pourquoi ils seront davantage abordés dans cette étude.

Sédimentation

La sédimentation se définit comme un ajout de sédiments fins (< 2 mm et matière organique en suspension) et une déposition de celui-ci sur le lit d'un cours d'eau (Levasseur *et al.*, 2006). Les apports en sédiment proviennent du processus d'érosion comme l'érosion des berges du cours d'eau ou des chemins forestiers (Dallaire, 2006). La création de chemins forestiers et leur entretien sont d'ailleurs reconnus pour

être les principales causes d'apports en sédiment fin dans un cours d'eau (Beschta, 1978; Lacroix, 2011; Latrémouille *et al.*, 2014; Wellman *et al.*, 2000; Wheeler *et al.*, 2005). Un apport trop élevé de sédiments fins peut entraîner des effets délétères sur les populations de salmonidés. Que ce soit en diminuant l'oxygène dissous (Dallaire, 2006), en affectant le fonctionnement des branchies (Goldes *et al.*, 1988), en réduisant la croissance par un manque d'accès aux proies (Latrémouille *et al.*, 2014), en obstruant les ponceaux (Dallaire, 2006), ou encore, en perturbant des habitats essentiels. À ce titre, l'impact le plus dommageable est le colmatage des frayères (Bourgeois *et al.*, 2005; Dallaire, 2006; Gauthier et Varady-Szabo, 2014; Latrémouille *et al.*, 2014; Wellman *et al.*, 2000; Wheeler *et al.*, 2005). Cela peut entraîner un taux d'éclosion plus faible et réduire la survie des alevins vésiculés (Latrémouille *et al.*, 2014; Wellman *et al.*, 2000; Wheeler *et al.*, 2005). Toutefois, l'intensité et la fréquence des apports en sédiments peuvent être évitées par une saine installation et un entretien régulier des chemins forestiers et de leurs ponceaux (Allan *et al.*, 2003).

Fragmentation d'habitat

Les principales causes de dégradation du cours d'eau par les ponceaux sont multiples. Elles sont majoritairement occasionnées par une pente, une longueur et une vitesse d'écoulement élevées (Burford *et al.*, 2009; Coffman, 2005; Poplar-Jeffers *et al.*, 2009; Warren Jr. et Pardew, 1998), une faible profondeur d'eau dans le conduit (Lapointe *et al.*, 2004) et la présence d'une chute en aval (Park *et al.*, 2008). Une baisse de luminosité et l'obstruction par des débris sont aussi reconnues pour limiter la franchissabilité (Kemp et O'Hanley, 2010). Les changements des conditions hydriques à l'intérieur du ponceau ont pour effet de réduire la capacité de nage du poisson, et donc, son succès de passage. Les modifications hydriques proviennent généralement d'une installation inadéquate ou d'un mauvais entretien (Kemp et O'Hanley, 2010; Lacombe et Jutras, 2016) dû à de la négligence et des insuffisances budgétaires (Gibson *et al.*, 2005). Il en résulte une fragmentation d'habitat par l'incapacité des poissons à franchir l'obstacle.

La fragmentation se décrit comme étant le sectionnement, pouvant entraîner un isolement, d'une ou plusieurs sections de territoire par un élément non conforme à l'état d'origine (Fagan, 2002). Lorsque cela survient dans les cours d'eau, il en résulte une perte de connectivité de l'habitat du poisson qui a pour effet d'engendrer une perte d'habitat, d'isoler génétiquement les populations et perturber les patrons de dispersions (Gagnon-Poiré, 2017; Torterotot, 2014). Pour des espèces à statut précaire tel le saumon atlantique, cela peut avoir de grand impact sur la population de juvéniles. En effet, les tributaires et les petits cours d'eau sont reconnus pour être des habitats d'importance pour cette population (Curry *et al.*, 1997; Erkinaro et Niemelä, 1995; Gibson *et al.*, 2005; Warren Jr. et Pardew, 1998). Ces cours d'eau montrent une abondance d'invertébré idéale pour des habitats d'élevage et de croissance (Curry *et al.*, 1997; Erkinaro et Niemelä, 1995; Gibson *et al.*, 2005), en plus d'offrir des refuges thermiques et une plus grande protection contre les prédateurs en raison de la végétation surplombante (Dugdale *et al.*, 2016).

OBJECTIFS

Étant donné l'omniprésence des ponceaux en territoire forestier, il est primordial d'assurer une évaluation constante des infrastructures pour éviter les dommages occasionnés sur l'écosystème aquatique, plus particulièrement sur l'habitat du poisson. La présente étude fait suite à celle réalisée par Caron et Mercier-

Ouellet (2019) dans la Baie-des-Chaleurs. Elle vise globalement à caractériser les ponts et ponceaux sur le territoire de trois rivières à saumon de la pointe gaspésienne et d'augmenter la base de données d'évaluation des traverses de cours d'eau de la région administrative de la Gaspésie.

Plus spécifiquement, l'étude a pour objectifs principaux de :

- 1) Établir un constat de l'état individuel des traverses de cours d'eau pour permettre une gestion intégrée du réseau routier forestier;
- 2) Évaluer la perméabilité des traverses de cours d'eau au libre passage du poisson et estimer la perte d'habitat occasionné par leur infranchissabilité;
- 3) Identifier les sources d'érosion et de déficience d'entretien affectant majoritairement les cours d'eau;
- 4) Cibler les ponceaux problématiques et émettre des recommandations.

Ces données permettront une gestion intégrée du réseau routier forestier en établissant des priorités vis-à-vis des traverses de cours d'eau. Il sera dès lors possible aux différents gestionnaires du territoire de réaliser des interventions d'aménagement sur les traverses de cours d'eau présentent sur leur territoire.

MÉTHODOLOGIE

AIRE D'ÉTUDE

Le projet de caractérisation des traverses de cours d'eau s'est déroulé principalement durant la période d'étiage pour faciliter la prise de données. La campagne terrain s'est étendue de juillet à octobre 2020 sur le territoire inclus dans les limites des bassins versants de rivières à saumons gérées par la Société de gestion des rivières de Gaspé inc. (figure 3). Ces trois rivières sont les rivières Dartmouth, York et St-Jean. Elles s'étendent des montagnes des Chic-Chocs jusqu'à la baie de Gaspé.

L'inventaire s'est effectué en milieu forestier sur des chemins non pavés majoritairement développés par l'industrie forestière. Le réseau forestier a largement été couvert et les traverses de cours d'eau caractérisées étaient à proximité des chemins principaux et secondaires accessibles en camion. Certaines traverses de cours d'eau sur des chemins refermés ont aussi été caractérisées, lorsqu'elles étaient à moins de 500 m du chemin.

SÉLECTION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

La sélection des traverses de cours d'eau s'est réalisée préalablement avec l'utilisation du logiciel ArcGIS de la plateforme (ESRI, 2015). Les couches de données utilisées provenaient du répertoire de cartes topographiques à l'échelle 1/20 000 (MERN, 2018), des cartes topographiques à l'échelle 1/100 000 (MERN, 2019) du Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles et de couches de base de la plateforme ArcGIS (ESRI, 2015). L'emplacement d'une traverse de cours d'eau potentielle était déterminé

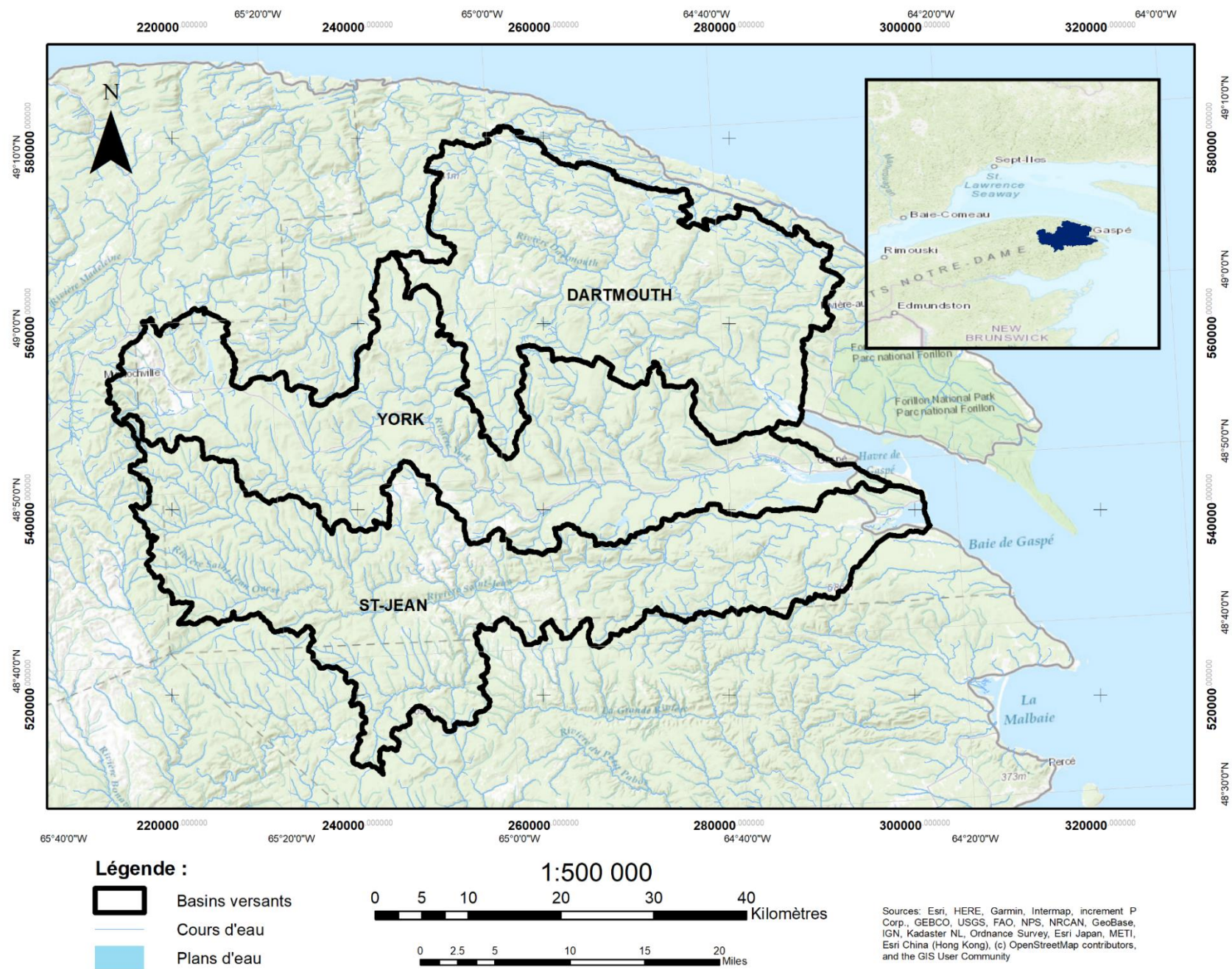


Figure 3. Localisation des bassins versants des rivières à saumons Dartmouth, York et St-Jean (Gaspésie, Québec)

à l'intersection entre la couche de chemin forestier et celle du réseau hydrographique tout deux défini en polyligne.

À la suite des intersections définie précédemment, une priorité a été attribuée aux différents points en fonction de deux facteurs. Le premier était l'emplacement d'un point sur un tributaire ou un tronçon principal de cours d'eau. Ces tributaires étaient sélectionnés grâce à leur nom d'entité. Généralement, un cours d'eau ayant un plus vaste réseau hydrique porte une identification nominale. Le second critère est similaire, mais s'appliquait pour la sélection des chemins. Ceux-ci ayant habituellement un nom ou numéro lorsqu'ils sont achalandés. Par exemple, par des sentiers de VTT ou d'exploitation forestière. Un autre outil d'aide à la sélection des chemins prioritaires était la carte interactive de la Fédération québécoise des clubs quads (FQCQ) qui permettait aussi de valider l'accessibilité des chemins. Ainsi, les points localisés à l'intersection des cours d'eau et des chemins étaient considérés comme prioritaires (annexe 1). Les points prioritaires permettaient par la suite de déterminer les secteurs et les chemins où les efforts d'échantillonnage de caractérisation des traverses de cours d'eau devaient être appliqués.

CARACTÉRISATION DES TRAVERSES DE COURS D'EAU

Outil de collecte de donnée

Pour mettre en œuvre le remplacement des traverses de cours d'eau désuètes, leur localisation et l'établissement de leur état sont primordiaux. Pour y parvenir, le MFFP en collaboration avec la Table de Gestion Intégrée des Ressources et du Territoire de la Gaspésie (TGIRT) s'est doté d'un outil d'aide à la collecte de données. Cet outil vise à recueillir de l'information concernant la localisation de la traverse, ses caractéristiques physiques ainsi que d'autres éléments utiles à la détermination des perturbations de l'habitat du poisson (ex. : érosion). L'outil de collecte de données consiste en une application nommée « Survey 123 » issu de la plateforme ESRI et est compatible avec les systèmes d'exploitation iOS ou Android. À partir de l'application, il est possible de se procurer le formulaire de saisie (*Evaluation_Traverses_Cours_Eau_vDGfo11*) dont le propriétaire est la TGIRT. À la suite de l'installation du formulaire, il est possible de s'orienter à même l'application via l'ajout de carte (*.tpk) préalablement importer dans l'appareil mobile. Pour compléter cet outil électronique, le MFFP a élaboré un document de travail servant de guide d'utilisateur pour la méthodologie à appliquer dans la caractérisation des traverses de cours d'eau (Richard *et al.*, 2019). Le présent inventaire est calqué sur cette méthodologie.

Méthode d'échantillonnage

La collecte de données visait à recueillir des caractéristiques physiques de la traverse et de son état en plus d'y inclure des éléments de l'habitat aquatique environnant. Des observations complètes étaient saisies dans le formulaire. Ce dernier étant interactif, il était facile de naviguer parmi les différents choix de réponse. Les ponts, les arches, les ponceaux et les traverses manquantes étaient caractérisés alors que les ouvrages de drainage (canal de déviation) n'étaient pas évalués. En cas de doute, la mention « indéterminé » était attribuée au type de cours d'eau observé.

Les mesures de diamètre et de longueur de la structure, la hauteur de chutes ou cascade étaient principalement mesurées à l'aide du ruban de 30 mètres. La règle de 1 mètre servait majoritairement à évaluer la profondeur d'eau dans le conduit. La largeur du cours d'eau était mesurée avec le ruban à

mesurer à 4 endroits représentatifs du tronçon répartie en amont et aval de la structure. La limite de la mesure était réalisée à la ligne des hautes eaux. Cette ligne était déterminée par la méthode botanique simplifiée qui se base sur des indicateurs biologiques et physiques (Gratton, 2007).

PERMÉABILITÉ DES TRAVERSES DE COURS D'EAU

Les données récoltées ont permis d'établir une classification de la perméabilité des structures au passage du poisson à l'aide du modèle prédictif développé par Coffman (2005). Ce modèle permet d'établir de façon qualitative la franchissabilité d'un ponceau sans regard aux paramètres hydrologiques lors de la prise de mesure. Il fonctionne sous forme d'un arbre décisionnel (figure 4) qui évalue 1) la présence de substrat ou d'un retour d'eau dans le conduit, 2) la hauteur du seuil en aval du ponceau, 3) la pente et 4) un indice d'effort. La chronologie appliquée concorde avec la suite d'obstacle rencontré par un poisson qui tente de franchir une conduite. Le résultat de la classification offre trois possibilités : franchissable, infranchissable et indéterminé. Il est à noter que la mention indéterminée signifie que l'arbre décisionnel, à lui seul, ne peut définir un succès de passage. Il est alors recommandé d'effectuer un inventaire plus approfondi avec un modèle incorporant les variations hydriques afin de valider la franchissabilité (Gagnon-Poiré, 2017).

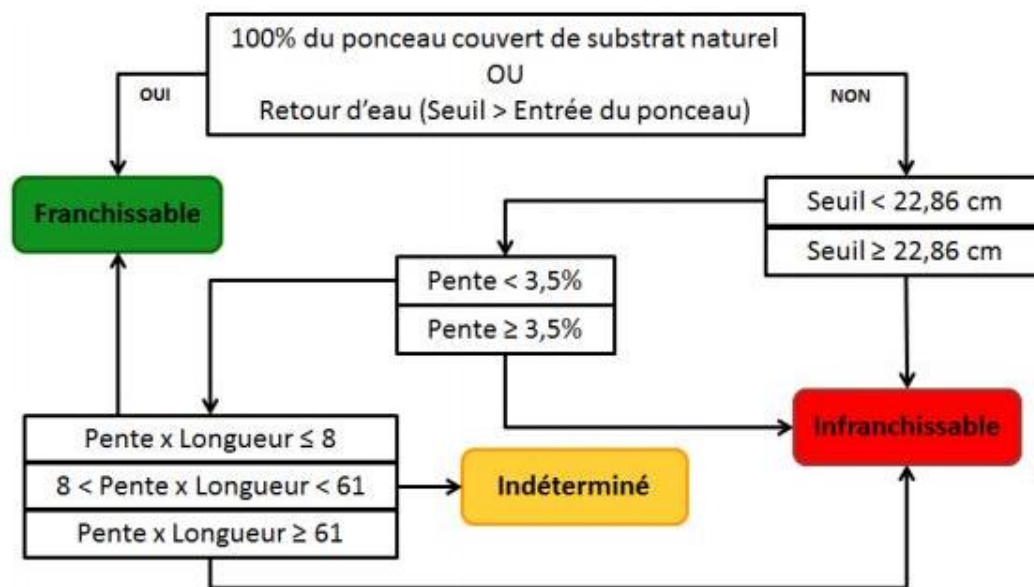


Figure 4. « Organigramme décisionnel du modèle prédictif du succès de passage des salmonidés juvéniles développé par Coffman (2005) qui classe les ponceaux en trois catégories (franchissable, infranchissable ou indéterminé) en fonction de leurs paramètres physiques : la présence de substrat dans la conduite, le retour d'eau dans la conduite, la hauteur de seuil en aval du ponceau, la pente du ponceau et sa longueur » - tiré de Gagnon-Poiré (2017)

Un retour d'eau se définit par la présence d'une hauteur de seuil dont l'élévation est supérieure en aval par rapport à l'entrée amont du ponceau. Il en résulte une augmentation de la profondeur d'eau dans le conduit par accumulation. Le résultat de la multiplication de la longueur et de la pente du ponceau présente une mesure d'effort qui est développé par un poisson remontant le courant dans une conduite.

L'organigramme décisionnel a été traduit sous forme de script dans le logiciel *R Studio* (R Core Team, 2020) dans le but d'automatiser les décisions depuis une base de données Excel (annexe 2). Cette base était le résultat d'une exportation de la géodatabase des données de caractérisation fournie par la TGIRT.

DÉTERMINATION DE LA PERTE D'HABITAT

Le calcul de la perte d'habitat potentiel a été réalisé avec les données de la couche vectorielle hydrographique ainsi que les points d'inventaires de traverse sur le terrain (Caron et Mercier-Ouellet, 2019; Gagnon-Poiré, 2017). Puisque les ponts et les arches sont construits de façon à conserver le lit du cours d'eau naturelle, ces derniers obtiennent une qualification de « franchissable » selon l'indice de Coffman. Les ponceaux, quant à eux, affichaient une plus grande variété de classification et ceux qualifiés de « infranchissable » et de « indéterminé » étaient regroupés sur la carte (annexe 5). La longueur du cours d'eau situé en amont du ponceau était multipliée à la largeur moyenne préalablement établie sur le terrain pour donner une superficie d'habitat non accessible. Par souci d'éviter une surestimation de la superficie, la mesure était réévaluée lorsqu'il y avait présence d'un autre ponceau situé plus en amont dans le cours d'eau.

RÉSULTATS

PORTRAIT DES TRAVERSES DE COURS D'EAU

L'inventaire sur les bassins versants des rivières Dartmouth, Saint-Jean et York a permis de définir la présence d'une majorité de cours d'eau intermittents ($\approx 55\%$) alors que 37% et moins de 10% étaient considérés respectivement permanents et indéterminés. La mention indéterminée signifiait qu'il n'était pas possible de déterminer si le cours d'eau avait un écoulement annuel ou continue. Dans certains cas, il pouvait aussi s'agir de canal de déviation lorsqu'il n'était pas clair s'il s'agissait d'un cours d'eau. L'inventaire a permis de caractériser 570 points d'échantillonnage. Cela correspond à un total respectif de 166, 175 et 229 traverses de cours d'eau (tableau 1). En comparant ces totaux au nombre de traverses de cours d'eau théorique situé sur le territoire, l'inventaire aurait permis de caractériser environ 14% des infrastructures sur le bassin versant de la rivière Dartmouth (n théorique = 1167), près de 19% sur celui de la rivière St-Jean (n théorique = 924) et près 34% sur celui de la rivière York (n théorique = 680). Les variations des valeurs théoriques pourraient provenir de la variation de la grosseur des bassins versants et du temps accordé à la caractérisation sur chaque bassin versant. La rivière Dartmouth affiche le plus petit des trois territoires et un plus faible effort d'échantillonnage y a été consacré. Dans le cas de la rivière York, le bassin est encastré et présente de fortes pentes qui limitent l'accès à des territoires de coupe. Ce

qui pourrait réduire le nombre de chemins forestiers disponible. Pour ce qui est de la rivière St-Jean, une partie de l'information cartographique correspondante à l'emplacement des chemins n'était pas accessible sur les cartes récupérées. Probablement en raison d'un changement dans la gestion et l'administration de ces territoires. Il est dès lors fort probable que le pourcentage inventorié sur ce territoire soit en dessous de celui présenté.

Tableau 1. Occurrence et pourcentage du total général des différentes infrastructures rencontrées sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, St-Jean et York).

Infrastructures	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Ponceau	123	22%	106	19%	136	24%	365	64%
Arche	1	<1%	0	0%	5	<1%	6	1%
Pont	8	1.4%	7	1%	11	2%	26	5%
Manquante	34	6%	62	11%	77	14%	173	30%
Total général	166	29%	175	31%	229	40%	570	100%

Sur le réseau routier forestier, près de 65% des infrastructures recensées correspondent à des ponceaux alors que près du tiers des infrastructures étaient manquantes (30%). La faible proportion d'arches (1%) et de ponts (5%) rencontrés sur le réseau routier montre à quel point les ponceaux sont favorisés lors de la création de chemins par la voirie forestière. En vue de définir l'état structurel des traverses de cours d'eau, ces dernières recevaient une côte qualificative en fonction de leur capacité de support de la route et de leur disposition à conserver un libre écoulement du cours d'eau. Les ponceaux sont ainsi jugés en moyenne à 19% dans un état médiocre ou inférieur (tableau 2). Soit 19% pour la rivière Dartmouth, 20% pour la rivière St-Jean et 32% pour la rivière York. Ces variations de l'état des conduites peuvent s'expliquer par les différents matériaux utilisés lors de leur installation (tableau 3). Parmi ces différents matériaux, les ponceaux souples en métal (n=217) et en plastique lisse (n=88) sont les plus dominants sur le territoire forestier. Ces ponceaux sont aussi ceux présentant un état d'infrastructures jugé acceptable (acier = 44%; plastique = 43%) et bon (acier = 44%; plastique = 41%). Ces résultats sont consciemment biaisés, car les traverses inventoriées se trouvent majoritairement sur des chemins accessibles en véhicule. Ces derniers soient davantage fréquentés par de multiples usagés, et donc, possiblement plus fréquemment entretenus. Il est possible d'observer la localisation des différentes traverses et de leur état à l'annexe 3.

Ce sont les ponceaux en bois qui montrent les conditions les plus dommageables avec 20% des traverses évaluées comme médiocres et 76% comme critiques. Celles-ci pourraient correspondre à des structures localisées sur les chemins abandonnés ou moins fréquentés sans toutefois s'y restreindre, car certains ponceaux en bois ont été répertoriés sur des chemins peu fréquentés (ex. chasseurs) et fréquentés (ex. industriels forestiers). Dans le cas des ponceaux en bétons, principalement retrouvés en milieu urbain, ils

Tableau 2. Occurrence et pourcentage de l'état des ponceaux sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, York, St-Jean).

Conditions	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Bon	55	45%	45	42%	50	37%	150	41%
Acceptable	49	40%	41	39%	54	40%	144	39%
Médiocre	9	7%	14	13%	15	11%	38	10%
Critique	10	8%	6	6%	17	13%	33	9%
Total général	123	100%	106	100%	136	100%	365	100%

sont évalués d'acceptable et supérieur avec 81% de ces traverses inventoriées. Néanmoins, cela signifie que près d'une infrastructure sur cinq présentait un état médiocre ou inférieur. En bref, en additionnant l'ensemble des traverses, c'est environ 20% des infrastructures qui seraient à remplacer dont probablement une majorité de vieux ponceaux en bois.

Tableau 3. Occurrence et pourcentage de la condition des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, York, St-Jean) selon le type de matériaux*.

Conditions	Béton		Bois		Métal		Plastique		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Bon	17	55%	0	0%	96	44%	36	41%	149	41%
Acceptable	8	26%	1	4%	96	44%	38	43%	143	40%
Médiocre	2	6%	5	20%	20	9%	9	10%	36	10%
Critique	4	13%	19	76%	5	2%	5	6%	33	9%
Total général	31	100%	25	100%	217	100%	88	100%	361*	100%

*4 ponceaux d'autre type de matériaux ne sont pas compilés dans le tableau

PROBLÉMATIQUES DES PONCEAUX RENCONTRÉS

La diversité des sources de dégradation des ponceaux et des cours d'eau peut être variable. Celles observées sur le terrain sont principalement dues à l'obstruction, la présence de castor, les modifications du cours d'eau, l'érosion et les déficiences d'entretien. Tel que présenté dans le tableau 4, le pourcentage d'obstruction est similaire sur les trois bassins versants. Pour ces trois territoires, les ponceaux montrent peu ou pas d'obstruction avec environ 65% des occurrences situées entre 0 et 10% d'obstruction. Les ponceaux observés dans 22% des cas sont néanmoins obstrués à plus de 21%.

Tableau 4. Occurrence et pourcentage du pourcentage d'obstruction des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, York, St-Jean).

Obstruction	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
0-10 %	85	69%	68	64%	84	62%	237	65%
11-20%	13	11%	16	15%	16	12%	45	12%
21-40%	6	5%	5	5%	9	7%	20	5%
41-100%	19	15%	17	16%	27	20%	63	17%
Total général	123	100%	106	100%	136	100%	365	100%

Les sources d'obstructions sur l'ensemble des bassins versants sont en moyenne davantage due à un apport de sédiments (42%) pour l'ensemble des classes d'obstruction (figure 5) sauf exception de la classe 11-20 où les débris végétaux sont légèrement supérieurs aux sédiments. Une obstruction par un apport de sédiment peuvent survenir à la suite de différents événements de nature anthropique ou naturel. Que ce soit par le

lessivage des sédiments à la surface du chemin ou par l'érosion des berges du cours d'eau. Les causes d'obstructions provenant de débris végétaux ou de tuyaux écrasés sont respectivement à 28% et 20% de moyenne pour les différentes classes d'obstruction. Les ponceaux ayant une mention d'obstruction mixte signifient que les débris végétaux ou les sédiments ne constituaient pas plus de 80% de l'obstruction. Cette mention était souvent appliquée en présence d'obstruction par des barrages de castor dans la structure. Par ailleurs, leur présence est faiblement observée près des ponceaux échantillonnés. En effet, sur 91% des sites il y avait absence de castor. Il est possible de localiser la présence de l'animal sur la carte et le tableau présenté à l'annexe 4. Leur présence est notée par l'obstruction du ponceau et par la création d'un barrage en amont ou en aval de la structure.

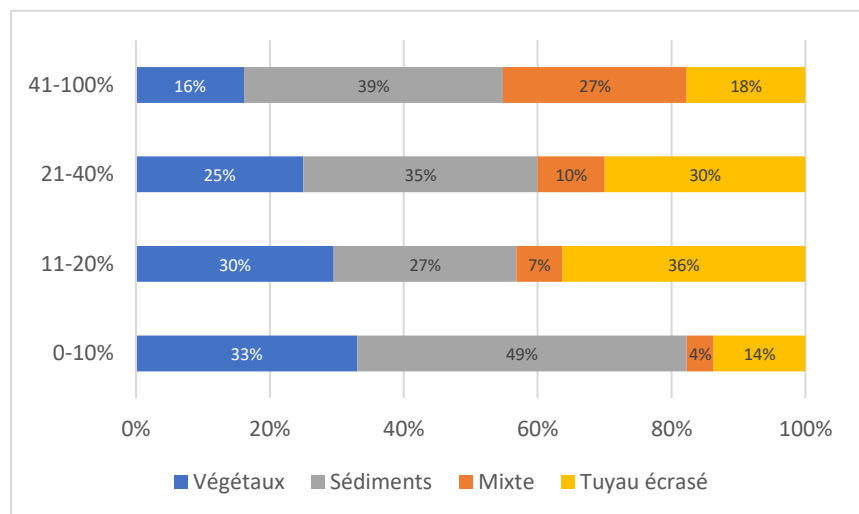


Figure 5. Pourcentage des types d'obstruction des ponceaux sur le bassin versant de trois rivières à saumon en fonction de leur classe d'obstruction (Dartmouth, n=123; York, n=106; St-Jean, n=136).

Tableau 5. Occurrence et pourcentage des modifications des caractéristiques du cours d'eau des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, n=123; York, n=106; St-Jean, n=136).

Modification du cours d'eau	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Absence de lit	92	34%	86	34%	100	31%	278	33%
Augmentation de la pente	7	3%	3	1%	1	0%	11	1%
Augmentation de la vitesse	27	10%	31	12%	31	10%	89	10%
Diminution de la largeur	54	20%	58	23%	74	23%	186	22%
Diminution de la profondeur	16	6%	8	3%	20	6%	44	5%
Création d'une fosse	64	23%	56	22%	82	25%	202	24%
Aucune	13	5%	9	4%	17	5%	39	5%
Total général	273	100%	251	100%	325	100%	849	100%

La modification de l'écoulement du cours d'eau peut aussi être observée à la suite de l'installation des ponceaux. Ces modifications d'origine anthropiques telles que montrées par le tableau 5 sont majoritairement l'absence de lit dans le ponceau (33%), la diminution de la largeur du cours d'eau (22%) ainsi que la création d'une fosse en aval du ponceau (24%). Il est à noter que plus d'une altération des caractéristiques du cours d'eau peut être présente pour une même infrastructure. Néanmoins, le pourcentage des modifications du cours d'eau est similaire pour l'ensemble du réseau. À l'inverse, l'absence d'altération est observée chez 5% ou moins des traverses.

La modification des cours d'eau altérés par l'implantation de ponceaux peut aussi entraîner un apport de sédiments dans le cours d'eau par des processus d'érosion. Que ce soit au niveau des chemins ou des berges. Sur l'ensemble des ponceaux inventoriés, plus de 45% des ponceaux présentaient des sources d'érosions considérées fortes (figure 6). Le bassin versant de la rivière St-Jean présente la plus grande proportion d'érosion forte avec plus de deux traverses sur trois (68%). Dans le cas de certains ponceaux, la force d'érosion a été omise ou non déterminée et peut expliquer la différence dans le pourcentage entre les différentes rivières. Les sources

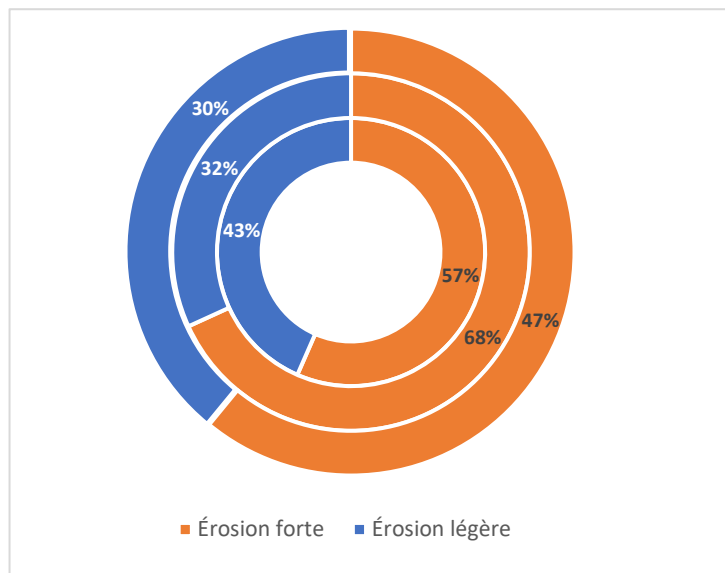


Figure 6. Force d'érosion des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, anneau central, n=99; York, anneau du milieu, n=88; St-Jean, anneau extérieur, n=105).

d'érosion reliée aux traverses inventoriées sont présentées dans le tableau 6. Il est possible d'y observer des similitudes quant aux différentes sources d'érosion les affectant. C'est-à-dire que sur les trois réseaux, l'érosion des chemins (35%) et des remblais (26%) sont en moyenne les sources les plus importantes d'apport de sédiments dans les cours d'eau. Seule la rivière Dartmouth diffère avec un apport de sédiments plus élevé provenant des déblais (Dartmouth=11%, St-Jean=3%, York=<1%). En somme, pour l'ensemble du réseau, c'est près de 90% des traverses qui présentent une problématique d'érosion.

Tableau 6. Occurrence et pourcentage des sources d'érosion des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, n=123; York, n=106; St-Jean, n=136).

Érosion	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Berges	37	15%	20	10%	28	12%	85	13%
Chemins	75	30%	73	37%	88	39%	236	35%
Déblais	27	11%	5	3%	1	<1%	33	5%
Fossé	31	13%	24	12%	16	7%	71	11%
Remblais	51	21%	56	28%	65	29%	172	26%
Inconnue	1	<1%	0	0%	1	<1%	2	<1%
Aucun	24	10%	21	11%	28	12%	73	11%
Total général	246	100%	199	100%	227	100%	672	100%

Avec une forte présence d'érosion sur les cours d'eau, il est possible que l'entretien des chemins présente des déficiences pouvant contribuer aux cas d'érosion. Les problématiques sont observées plus d'une fois sur quatre (26%) au niveau des bassins de sédimentation (tableau 7). Cette problématique est d'ailleurs davantage observée sur le réseau de la rivière St-Jean (32%) que sur les deux autres (Dartmouth = 22%, York=25%). Les digues absentes (17%), les digues brisées (15%) et les profils de chemin (15%) sont les autres problématiques couramment observées. L'ensemble des observations est similaire pour le réseau de la rivière St-Jean et York. Celui de la rivière Dartmouth se distingue par un meilleur entretien des profils de chemin (4%) et plus de transport de matériel dans les 20 mètres (11%) comparativement à la proportion moyenne respectivement observée sur les deux autres rivières (profil de chemins = 18%; transport dans les 20 m = 4%). La rivière Dartmouth se distingue aussi par de meilleures pratiques puisque 22% des points d'échantillonnage de cette rivière n'affichaient pas de négligence d'entretien des chemins.

Tableau 7. Occurrence et pourcentage des déficiences d'entretiens des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, n=123; York, n=106; St-Jean, n=136).

Entretien	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Bassins de sédimentation	45	22%	79	32%	78	25%	202	26%
Digue absente	36	18%	41	17%	50	16%	127	17%
Digue brisée	25	12%	44	18%	45	14%	114	15%
Digue au mauvais endroit	16	8%	5	2%	18	6%	39	5%
Présence d'ornière	5	2%	10	4%	18	6%	33	4%
Profil du chemin	9	4%	45	18%	58	18%	112	15%
Transport de matériel (20 m)	23	11%	6	2%	19	6%	48	6%
Aucun	46	22%	16	7%	31	10%	93	12%
Total général	205	100%	246	100%	317	100%	768	100%

ACCESSIBILITÉ DES HABITATS AQUATIQUES PAR L'ICHTYOFAUNE

L'accessibilité des habitats en amont des ponceaux inventoriés est définie par l'indice de Coffman (2005). En abordant le premier obstacle à la franchissabilité des poissons comme étant l'absence de substrats dans le fond des conduits, les ponceaux et les arches ayant tous deux un lit naturel sont automatiquement considérés franchissables par le poisson. Les ponceaux en revanche, selon leur installation et leur entretien peuvent ne pas présenter ce critère. L'échantillonnage des ponceaux montre que pour l'ensemble des bassins versants les ponceaux sont majoritairement infranchissables. En effet, c'est entre 69 % et 85 % qui sont évalués d'infranchissable (figure 8).

Le nombre de ponceaux franchissable, quant à lui, varie de 28 % à 14 %. L'impact du manque de perméabilité est présenté de façon cartographique à l'annexe 5 et permet de représenter visuellement la perte d'habitat potentiel pour les salmonidés. Cette perte est de l'ordre de 4 734 197 m² pour les trois bassins versants combinés. Les superficies combinées potentielles sont difficilement comparables d'une

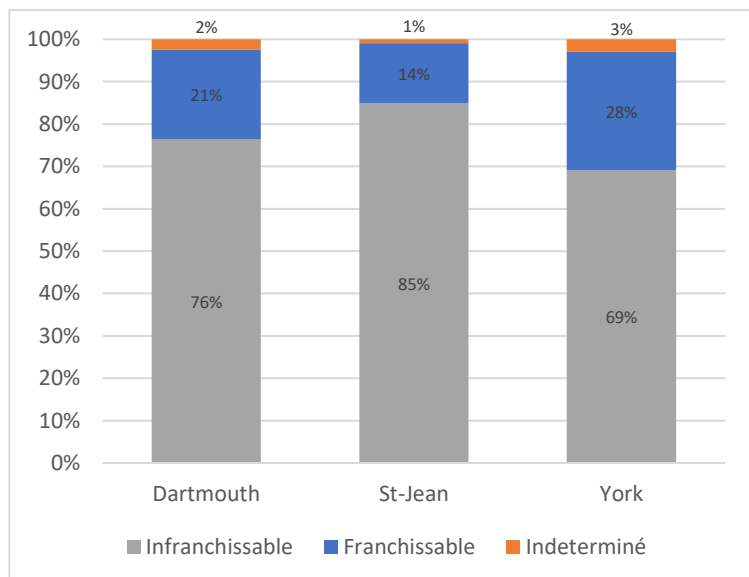


Figure 7. Pourcentage de la perméabilité des traverses de cours d'eau sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, n=123; York, n=106; St-Jean, n=136) défini par l'indice de Coffman (2005)

rivière à l'autre puisque la superficie totale du réseau hydrique n'est pas déterminée et varie selon une multitude de facteurs (pente, précipitation, largeur du cours d'eau, etc.). Il est à noter que lors de la présence d'un ponceau infranchissable en aval, les ponceaux étaient considérés de la même façon lorsque situé plus haut dans le réseau. Ainsi, plusieurs tronçons sont considérés infranchissables malgré un indice de perméabilité franchissable ou indéterminé. Les mesures de ponts et d'arches ne nécessitaient pas de suivre des données sur la largeur des cours d'eau. Il n'est donc pas possible de calculer convenablement la proportion de territoire franchissable.

Outre l'échantillonnage de ponceaux inventoriés, un grand nombre de traverses manquantes ont pu être identifiées (n = 142). Ces dernières ne correspondant pas aux critères d'évaluation de Coffman et ne peuvent donc pas s'y souscrire. À cela s'ajoute l'omission volontaire de la largeur des cours d'eau lors de l'échantillonnage. En effet, le formulaire électronique ne permettait pas de colliger ces informations. Il en découle un manque notable d'information concernant bon nombre d'habitats possiblement inaccessible au poisson. Toutefois, il est plus probable que ces dernières ne permettent pas le libre passage du poisson.

Tableau 8. Superficies individuelles et superficies combinées potentiellement inaccessibles des cours d'eau en amont des ponceaux inventoriés (n=286) comprenant les ponceaux inventoriés en 2020 dans trois rivières à saumon de la Gaspésie (Dartmouth, n=123; York, n=106; St-Jean, n=136) selon l'indice de franchissabilité de Coffman (2005).

Bassin versant	Perméabilité	Superficies individuelles (m ²)	Superficies combinées (m ²)
Dartmouth	Indéterminé	7 023	1 891 026
	Infranchissable	1 884 003	
St-Jean	Indéterminé	1 549	1 132 273
	Infranchissable	1 130 725	
York	Indéterminé	1 039	1 710 898
	Infranchissable	1 709 859	
Total général			4 734 197

DISCUSSION

ÉVALUATION DE LA CONDITION DES PONCEAUX

L'évaluation de l'état structurel des traverses de cours d'eau a permis d'établir un portrait réel de leur condition sur le territoire de la rivière Dartmouth, St-Jean et York. Il est ainsi constaté que les traverses inventoriées présentaient des états médiocres et pires dans près de 20% des cas en moyenne (médiocre = 10%, n = 38; critique = 9%, n = 33). Lorsque comparés à d'autres études de durabilité des traverses de cours d'eau (Caron et Mercier-Ouellet, 2019; Lacombe et Jutras, 2016), les résultats obtenus sont similaires. La plus récente étude réalisée en 2019 sur le bassin versant de quatre rivières à saumon de la Baie-des-Chaleurs met en évidence qu'environ 15% (n = 575) des ponceaux ont un état médiocre ou pire.

Cette similitude pourrait provenir de la connectivité des parcelles de coupe d'un bassin à l'autre ainsi que de la redondance des entreprises forestières réalisant les travaux de voirie dans les forêts gaspésiennes.

L'évaluation de la condition des infrastructures en place sur le réseau routier forestier varie selon la capacité du ponceau à soutenir la route et celle de permettre un libre écoulement du ruisseau. Cet indice descriptif et qualitatif en est ainsi influencé par divers facteurs à la fois physiques, anthropiques et naturels. Comme le présente Lacombe et Jutras (2016), le type de matériaux employé joue beaucoup dans la durabilité des structures. En appui à cette étude, les ponceaux observés en 2020 dans la région de Gaspé affichent aussi une grande majorité des ponceaux en bois dans un état médiocre (20%) ou critique (76%). Selon Lacombe et Jutras (2016), les ponceaux en bois étaient largement répandus, sans norme de hauteur libre, avant les années 90. Les ponceaux en bois auraient donc le potentiel d'avoir été installés il y a plus de 30 ans avec des problématiques de construction menant à un sous-dimensionnement du diamètre augmentant ainsi la vulnérabilité aux crues. À cet effet, les ponceaux en bois observés étaient principalement sur des chemins peu ou pas fréquentés sans montrer d'entretien apparent des chemins. En addition, le Ministère des forêts, des terres, des Ressources naturelles, des opérations et du développement rural (FNLR, 2019) de la Colombie-Britannique a établi que l'essence utilisée pour l'installation des ponceaux en bois pouvait influencer la durée de vie moyenne des ponceaux (de moins de quatre ans, pour le bois franc, à plus de 20 ans, pour le thuya de l'ouest). Avec de telles modalités, il devient évident que les ponceaux en bois observés sur le territoire à l'étude présentent un grand pourcentage de conditions jugées médiocres et critiques. Il n'est d'ailleurs pas possible de déterminer si la cause de la dégradation provient d'une usure naturelle des matériaux ou d'une mauvaise installation.

L'évaluation de la condition se base sur les fonctions de soutien de la route et de libre écoulement des eaux. En ce sens, les ponceaux en plastiques devraient présenter un plus grand pourcentage de ponceaux désuets. Les ponceaux en aciers et en plastiques sont évalués médiocre et pire dans respectivement 11% et 16% des cas. Leur condition moins dégradée que ceux en bois peut s'expliquer par leur plus récente apparition sur le territoire forestier depuis les années 1990 et 2000 respectivement pour les ponceaux en acier et en plastique. La durée de vie de ces ponceaux en est ainsi réduite à 20-30. Les signes de rouilles à la hauteur de la ligne des hautes eaux sont l'indice de dégradation le plus observé sur les ponceaux en acier. L'usure pourrait provenir des paramètres physico-chimiques du sol et de l'eau (Corrugated Steel Pipe Institute, 2007; Plastics Pipe Institute, 2012) ou de l'abrasion causée par les débris et la glace au printemps. Les ponceaux en plastiques présentaient peu de signes de dégradation physique. Celles principalement rencontrées étaient la déformation du conduit (22%) pouvant être causé par l'action des forces mécaniques de la chaussée. En proportion, c'est plus du double de ceux en acier (10%). L'installation de ponceaux sur le réseau routier forestier est assujettie au Règlement de l'Aménagement Durable des Forêts (MFFP, 2018) qui définit les normes à respecter. De bonnes pratiques d'installation et d'entretien permettent d'atténuer les effets négatifs sur l'habitat du poisson, dont la modification du cours d'eau ou l'apport de sédiments.

IMPACT SUR LE MILIEU AQUATIQUE

Modification des caractéristiques du cours d'eau

L'implantation d'une structure dans un cours d'eau a le potentiel d'entraîner des changements dans le régime hydrique d'un cours d'eau (Gagnon-Poiré, 2017) et peut affecter négativement l'habitat du poisson en créant un effet de barrière (Latrémouille *et al.*, 2014; Warren Jr. et Pardew, 1998). Les modifications du cours d'eau rencontrées sur les bassins versants à l'étude étaient majoritairement la diminution de la largeur du cours d'eau (22%), l'absence de lit (33%) et la création d'une fosse en aval de la structure (24%). La vitesse d'écoulement dans un ponceau est fonction de son diamètre (Goerig et Bergeron, 2014). Un sous-dimensionnement du ponceau par rapport au cours par un ponceau peut donc occasionner une augmentation de la vitesse d'écoulement (Lacombe et Jutras, 2016; MRN, 1997). Bien qu'il soit plus coûteux lors de l'installation de surdimensionner un conduit, ce dernier favorisera un écoulement naturel et limitera les risques d'obstructions par des débris végétaux (Lacombe et Jutras, 2016).

En augmentant la vitesse d'écoulement dans un conduit, il est probable de réduire la présence de substrat dans le fond de ce dernier par un transport de matériel hors du ponceau. La présence de substrat a pour effet d'augmenter la rugosité et ainsi contribuer à réduire la vitesse d'écoulement (Warren Jr. et Pardew, 1998). En cas de débit trop élevé, il en résulte une difficulté de franchissement des obstacles (MRN, 1997). Le retrait du substrat en place peut aussi être attribuable à d'autres facteurs telles l'augmentation de la pente et la diminution de la profondeur d'eau agissant de façon complémentaire (Gagnon-Poiré, 2017; Latrémouille *et al.*, 2014). L'installation de conduits ondulés en acier ou en plastique est donc à favoriser, car leur sinuosité augmente la rugosité et peut favoriser le maintien du lit du cours d'eau et réduire la vitesse d'écoulement (Goerig et Bergeron, 2014). Une autre solution est d'enfouir le radier du conduit sous le lit naturel du cours d'eau lors d'installation (Gagnon-Poiré, 2017; MRN, 1997). Cela aura aussi pour avantage de favoriser le maintien de la structure en place (MRN, 1997).

L'enfouissement de la conduite a aussi pour effet de minimiser la création d'une fosse en aval en réduisant le débit à la sortie de la conduite (MRN, 1997; Nouveau-Brunswick, 2004). Une fosse en aval de la structure a le potentiel de provoquer de l'érosion des berges, une instabilité du remblai et possiblement entraîner un affouissement de la structure (Nouveau-Brunswick, 2004). Toutefois, la présence d'une fosse peut être bénéfique pour le poisson, surtout en présence d'une chute à la sortie du conduit, car elle crée une zone de repos, d'abris et permet au poisson de prendre un élan avant de franchir le seuil (Gagnon-Poiré, 2017).

Ultimement, les impacts individuels ou combinés des modifications du cours d'eau par un ponceau peuvent provoquer l'obstruction de ce dernier et créer un obstacle infranchissable à la migration du poisson (Goerig et Bergeron, 2014; Harper et Quigley, 2000; Pepino *et al.*, 2012). L'obstruction fait partie des principales causes d'impacts sur le milieu aquatique provoquées par la récolte de bois (Langevin, 2004). Les ponceaux inventoriés présentaient de l'obstruction dont la source était principalement sédimentaire (41%). Cet apport de sédiments survient généralement à la suite d'érosion dans le milieu avoisinant ou d'érosion dans le ruisseau en amont. Dans le cas particulier des ponceaux, la dégradation des installations routières est une source d'apport de sédiments dans le ruisseau pouvant causer de l'obstruction (Desmarais, 2012; Gauthier et Varady-Szabo, 2014; Jetté *et al.*, 1998). L'obstruction observée sur le terrain entrave de 21% à 100% l'ouverture des ponceaux, et ce, dans près de 25% des cas. De ce pourcentage, 17% des ponceaux sont obstrués à plus de 40%. En présence d'une trop forte obstruction, le

niveau d'eau en amont s'élève et il peut s'en suivre une érosion du remblai augmentant l'apport de sédiments dans le ruisseau (Gauthier et Varady-Szabo, 2014). Il peut aussi survenir, lors d'un apport hydraulique important, que le ponceau soit emporté si l'obstruction est trop grande pour la capacité de la structure (Madej, 2001; MRN, 1997). Un coup d'eau peut provenir d'une fonte rapide, de précipitation soutenue ou encore d'un barrage de castor qui cède en amont.

La présence de castor est d'ailleurs une autre source potentielle d'obstruction des ponceaux. Lorsqu'il y a présence de barrage dans la structure, cela devient un obstacle infranchissable pour l'ichtyofaune (Dallaire, 2006; Lapointe *et al.*, 2004). La présence de barrage dans les ponceaux est observée à huit reprises, alors que des barrages visibles en amont et en aval sont inventoriés sur 12 sites. Ces barrages présents dans le cours d'eau ont le potentiel de se briser et d'entraîner un coup d'eau d'envergure pouvant briser les installations en aval, ou encore, d'autres barrages de castor augmentant ainsi la masse d'eau. De saines pratiques d'installation et un entretien constant des ponceaux débutant par une vérification de ceux-ci permettraient de réduire les risques d'obstruction.

Problématiques d'érosion et d'entretien

L'effet sur le milieu aquatique de l'apport de sédiments dans le cours d'eau est déjà bien documenté (Beschta, 1978; Lacroix, 2011; Latrémouille *et al.*, 2014; Wellman *et al.*, 2000; Wheeler *et al.*, 2005). Cependant, la compréhension des sources locale d'érosion est un outil d'aide à la gestion dans l'entretien des ponceaux. Les causes d'érosion principalement observée étaient majoritairement répertoriées à la surface des chemins (35%) et sur les remblais (26%). L'érosion à la surface des chemins peut être observée par la création de sillons transversaux ou longitudinaux. Les routes interceptent le drainage des pentes et en l'absence de fossé, de bassins de drainage ou de traverses de cours d'eau, le ruissellement n'a d'autre choix que de se diriger sur la route. Ainsi, plus le patron d'écoulement naturel de la pente est perturbé, plus grand sera le potentiel de dommages dû à l'érosion (Jetté *et al.*, 1998). L'absence de traverse de cours d'eau aménagée était une problématique majeure puisque 30% des observations comportaient une traverse manquante. Ce qui pourrait expliquer la forte présence d'érosion à la surface des chemins sous forme de sillons transversaux (Latrémouille *et al.*, 2014). L'obstruction des ponceaux peut aussi présenter ce type d'érosion (Latrémouille *et al.*, 2014). Une autre explication de l'érosion des chemins pourrait aussi être les déficiences d'entretien. En effet, des problématiques d'entretien ont été majoritairement observées au niveau des bassins de sédimentations (26%). Lorsque ceux-ci ne sont pas présents, complètement remplis, qu'un bourrelet empêche les eaux de ruissellement d'y accéder ou la présence d'un mauvais profilage de la surface du chemin, les sédiments sont transportés en bas de pente et provoquent des sillons longitudinaux (Latrémouille *et al.*, 2014). Un mauvais entretien de nivelage de la surface du chemin est aussi présent dans 15% des cas et contribue à l'érosion de ce dernier. Un profil mal conçu, c'est-à-dire qu'il n'est pas en forme de « V » inversé, a pour effet de concentrer les eaux de ruissellement sur la chaussée au lieu de les évacuer. Il peut aussi provoquer l'érosion du remblai lorsqu'il dirige les eaux vers le cours d'eau et non vers les fossés, les bassins de sédimentation ou les canaux de déviation. L'érosion du remblai peut contribuer à l'obstruction des ponceaux et entraîner un apport important de sédiment dans le cours d'eau (Dubé *et al.*, 2006). L'absence de digue (17%) ou de digue brisées (15%) pourrait aussi contribuer à l'érosion de ce dernier. Plusieurs observations d'accumulation d'eau en bas de pente à la hauteur d'un cours d'eau ont été reportées sur le terrain et provoquaient des bassins de dépôts. Pour les vider, certains utilisateurs du chemin ont créé des ouvertures au niveau des

digues et les sédiments du bassin se vidangeaient sur le remblai entraînant l'érosion de ce dernier pour finalement aboutir dans le cours d'eau. Ces ouvertures, dans d'autres cas, étaient créées par l'effet des vagues sur le bourrelet à la suite du passage des véhicules dans les bassins. En l'absence d'entretien constant, cette dégradation risque fortement de s'accroître et diminuer la qualité du milieu aquatique (Jetté *et al.*, 1998). Il est donc important de minimiser l'impact des chemins forestiers sur le milieu aquatique.

Fragmentation et perte d'habitat

Un autre de ces impacts est la fragmentation d'habitat. Comme il est présenté à l'annexe 5, les ponceaux des rivières Dartmouth, St-Jean et York ont respectivement 76%, 85% et 69% de leur ponceau inventorié considéré comme infranchissable. La fragmentation d'habitat est une problématique récurrente observée par plusieurs auteurs (Burford *et al.*, 2009; Caron et Mercier-Ouellet, 2019; Gagnon-Poiré, 2017; Poplar-Jeffers *et al.*, 2009; Torterotot, 2014; Warren Jr. et Pardew, 1998). Les dommages occasionnés la fragmentation peuvent être variables. Il s'y dénombre la perte de connectivité d'habitat (Fagan, 2002; Gagnon-Poiré, 2017; Poplar-Jeffers *et al.*, 2009), l'isolement des populations (Coffman, 2005; Torterotot, 2014) ou la baisse de densité de population (Lapointe *et al.*, 2004; Pepino *et al.*, 2012).

L'analyse de la franchissabilité basée sur l'indice de Coffman (2005) ne prend pas en compte les changements temporels du régime hydrique. Il est donc possible que le poisson puisse franchir les infrastructures lorsque d'autres conditions sont présentes dans les ruisseaux inventoriés. L'ajout de conditions dynamiques complique toutefois les prédictions de passabilité en incorporant des variables changeantes au fil du temps. Elles doivent donc être compilées dans des modèles plus complexes et être suivies dans le temps.

Le calcul de perte d'habitat en amont des ponceaux réalisé à la suite des résultats de franchissabilité est basé sur la largeur moyenne du cours d'eau à l'emplacement du ponceau. Puisque les cours d'eau tendent à rétrécir en direction de l'amont, il est probable que le territoire perdu soit surestimé. De plus, un habitat inaccessible pour le poisson n'est pas nécessairement un habitat de qualité pour ce dernier. Ainsi, des inventaires terrains localisés en amont des ponceaux infranchissables sont un complément d'information privilégié pour les gestionnaires afin de mieux cibler les travaux de réfection à prioriser.

CONCLUSION

L'étude de la caractérisation des traverses de cours d'eau réalisé à l'été 2020 a permis d'afficher un portrait global des ponceaux sur le territoire des bassins versants des rivières Dartmouth, St-Jean et York. L'inventaire réalisé grâce à la méthode standardisée du MFFP et de la TGIRT illustre bien les conditions désuètes de plusieurs ponceaux sur le territoire à l'étude. Celles-ci sont retrouvées dans un état médiocre ou critique dans près de 20% des cas. Leurs conditions peuvent être influencées par le type de matériaux choisis. À cet effet, les ponceaux en bois sont à 96% dans un état médiocre ou critique. En comparaison, les ponceaux en métal et en plastique sont classifiés respectivement 11% et 16% dans une condition médiocre ou critique. Leur plus récente utilisation et leur plus grande résistance dans le milieu pourraient expliquer leurs meilleures conditions. En dépit des ponceaux inventoriés, un grand nombre de traverses manquantes

a été identifié. Celles-ci ont pour effet de perturber l'écoulement naturel et d'augmenter l'érosion des chemins forestiers. La modification du régime hydrique est aussi observable à l'emplacement des traverses de cours d'eau. Ces dernières modifient les caractéristiques naturelles du cours d'eau. Notamment par l'absence de lit dans le fond du conduit, une diminution de la largeur du cours d'eau et la création d'une fosse en aval. Ces modifications relatent d'une augmentation de la vitesse d'écoulement et peut provoquer un obstacle au passage du poisson. La création d'obstacles au passage du poisson était aussi observée par de l'obstruction dans les conduits ou par la présence de castor. L'obstruction était majoritairement causée par des apports de sédiments. Les causes potentielles qui ont été observées sont l'érosion forte de la surface du chemin et l'érosion du remblai. Ces deux apports de sédiments dans le cours d'eau seraient attribuables à des déficiences d'entretiens. Celles majoritairement observées sont au niveau des bassins de sédimentation, du mauvais profil de chemin et des digues absentes ou brisées.

Les traverses de cours d'eau sont aussi considérées comme ayant un impact majeur dans la réduction des déplacements généraux des populations de poisson. Les effets de barrière causée par la modification du régime hydrique à la suite de l'installation de ponceau créent de la fragmentation et de la perte d'habitat limitant les déplacements. À la suite de l'analyse des caractéristiques physiques des ponceaux via l'indice de Coffman (2005), il a été constaté que 76%, 85% et 69% des ponceaux respectivement localisés sur le bassin versant des rivières Dartmouth, St-Jean et York étaient infranchissables. Une moyenne de 2 % des ponceaux inventoriés avait une perméabilité jugée indéterminée. Cela contribue à une perte d'habitat potentiel total de 4 734 197 mètres carrés (Dartmouth = 1 884 003m², St-Jean = 1 130 725 m², York = 1 709 859m²).

Bien souvent, ces problématiques auraient pu être évitées avec de saine pratique d'installation et d'entretien conforme au RADF. Les gestionnaires des différents territoires doivent généralement réagir en urgence aux problèmes occasionnés par les ponceaux afin de minimiser la portée de leur impact. Ainsi, l'inventaire et la caractérisation des traverses de cours d'eau est un outil d'aide primordial pour la gestion des habitats aquatiques présents en milieu forestier. Ce dernier permet de cibler les ponceaux problématiques et d'y intervenir avant que les dommages se déclarent davantage. L'inventaire des chemins forestiers est néanmoins fastidieux et demande beaucoup d'effort d'échantillonnage pour couvrir un maximum de territoire. Ce dernier reste toutefois limité par les accès disponibles. En vue d'augmenter l'efficacité des inventaires, il serait pertinent de développer un modèle permettant de prédire l'état des ponceaux par l'utilisation d'outils cartographiques. Ainsi, les inventaires pourraient être ciblés davantage sur les ponceaux potentiellement plus problématiques. Toutefois, pour y parvenir, un plus grand nombre de données sur l'état des ponceaux doit être colligé pour augmenter la précision d'un tel modèle. En addition, des inventaires localisés en amont des ponceaux infranchissables devraient être réalisés afin de valider la présence d'habitat de qualité pour favoriser le développement des ressources salmonicoles

RECOMMANDATIONS

La priorisation des interventions pour les habitats fauniques s'est réalisée selon la méthode développée par l'Organisme de bassin versant Matapédia-Restigouche (OBVMR, 2019). La grille de priorisation est basée sur le type de cours d'eau inventorié à l'emplacement des ponceaux (annexe 6). Soit permanent important, permanent et intermittent (ou permanent non prioritaire). Ce choix permet d'axer davantage la prise de décisions vers les cours d'eau favorables à la présence de salmonidé et de leurs habitats. Les cours d'eau permanents à proximité de ceux importants étaient établis dans une zone tampon de 300 m. Cette distance a été considérée suite aux analyses de (Bujold, 2010) qui évaluait les déplacements de salmonidés juvéniles. La distance minimale parcourue était de 300 m. Le choix de la distance moyenne (3 251 m) n'a pas été retenu, car elle aurait englobé trop de données pour établir une priorisation restreinte. La classification du type de cours d'eau est suivie par l'ajout des problématiques observées sur ceux-ci par la présence des infrastructures forestières. Ces problématiques sont l'apport de sédiments dans le cours d'eau, la fragmentation d'habitat et les dangers pour la sécurité publique. La fragmentation était déterminée par l'indice de franchissabilité de Coffman (2205).

Vu le grand nombre de ponceaux inventorié, la grille de priorisation a été appliquée uniquement sur les cours d'eau permanents. Les ruisseaux intermittents ou indéterminés n'ont pas été traités pour réduire la quantité de ponceaux à prioriser. Les résultats détaillés par rivière sont affichés sous forme de tableau des annexes 7 à 9. Cette analyse compte 145 ponceaux ou traverses manquantes et exclut les ponts et les arches. De cette sélection, une moyenne de près de 75% des ponceaux ont une priorisation d'intervention considérée prioritaire et très prioritaire (tableau 8). C'est donc un peu plus d'un ponceau sur quatre qui ne nécessite pas (21%) ou peu (5%) d'interventions. La rivière York présente moins de ponceaux nécessitant une intervention très prioritaire (49%) que les autres rivières (Dartmouth = 69%, St-Jean = 65%). L'étude de l'OBVMR (2019) sur les sentiers quads du Club Quad Avignon Ouest a défini près de 30% de leurs traverses nécessitant une intervention très prioritaire et prioritaire. La différence de

Tableau 9. Pourcentage de ponceaux selon leur priorité d'intervention localisée sur les bassins versants des rivières à saumon Dartmouth (n=55), St-Jean (n=31) et York (n=59) en Gaspésie.

Priorisation d'intervention	Dartmouth		St-Jean		York		Total général	
	nb.	%	nb.	%	nb.	%	nb.	%
Très prioritaire	38	69%	20	65%	29	49%	87	60%
Prioritaire	6	11%	1	3%	14	24%	21	14%
Peu prioritaire	5	9%	10	32%	15	25%	30	21%
Non nécessaire	6	11%	-	-	1	2%	7	5%
Total général	55	100%	31	100%	59	100%	145	100%

résultats pourrait être attribuable à l'utilisation des sentiers de la péninsule gaspésienne par de multiples utilisateurs (camion forestier, véhicules, quads, etc.) et non pas seulement des quadricycles. Aussi, plusieurs des chemins inventoriés étaient peu fréquentés et sans entretiens. L'entretien adéquat des chemins serait donc une avenue potentielle à prioriser pour réduire les perturbations du milieu aquatique.

BIBLIOGRAPHIE

- Allan, C., R.S. Kushneriuk et R. Steedman, 2003. *Land, water, and human activity on Boreal watersheds*. Bergeron, N., M. Lapointe, Bérubé F., Pouliot M.-A., Johnston P., G. Wagner et M. Levasseur, 2003. Études des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin-versant de la rivière cascapiédia : Développement de nouveaux critères sédimentologiques de qualité du substrat de fraie du saumon atlantique. Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier - Volet I expérimentation. Ministère des Ressources Naturelles du Québec. 46 p.
- Beschta, R.L., 1978. Long-term patterns of sediment production following road construction and logging in the Oregon Coast Range. *14*(6), 1011-1016.
- Bourgeois, L., D. Kneeshaw et G. Boisseau, 2005. Les routes forestières au Québec : Les impacts environnementaux, sociaux et économiques. *VertigO*, 6(2).
- Bujold, J.-N., 2010. Utilisation de la technologies des transpondeurs passifs (Pit-Tags) pour l'étude du comportement spatial des salmonidés dans un tributaire de la rivière Ste-Marguerite (Saguenay, Québec). Université Laval. 102 p.
- Burford, D.D., T.E. McMahon, J.E. Cahoon et M. Blank, 2009. Assessment of Trout Passage through Culverts in a Large Montana Drainage during Summer Low Flow. *29*(3), 739-752.
- Caron, L.-P. et É.-M. Mercier-Ouellet, 2019. Caractérisation des traverses de cours d'eau de quatre bassins versants de rivières à saumon atlantique (*Salmo salar*) de la Baie des Chaleurs (Gaspésie) - Travaux réalisés à l'été 2019. ZEC de la rivière Bonaventure. Caplan, Québec. 78 p.
- Coffman, J.S., 2005. Evaluation of a Predictive Model for Upstream Fish Passage Through Culverts. James Madison University. 104 p.
- Corrugated Steel Pipe Institute, C., 2007. Handbook of Steel Drainage & Highway Construction Products (Edition Canadienne). Cambridge: American Iron and Steel Institute. 482 p.
- Coulombe, G., J. Huot, J. Arsenault, É. Bause, J.-T. Bernard, A. Bouchard, ... G. Szaraz, 2004. Rapport Coulombe. Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise. Bibliothèque nationale du Québec. Québec. 307 p.
- Curry, R.A., C. Brady, D.L.G. Noakes et R.G. Danzmann, 1997. Use of Small Streams by Young Brook Trout Spawned in a Lake. *126*(1), 77-83.
- Dallaire, S., 2006. Effet des pratiques forestières sur l'habitat du poisson - Rapport d'étude pour la forêt modèle crie de Waswanipi. Centre technologique des résidus industriels. 33 p.
- Delisle, S. et M. Dubé, 2001. L'impact des ponceaux sur le milieu aquatique forestier : un nouvel outil de mesure. *Info forêt*, 69, 2.
- Delisle, S., M. Dubé et S. Lachance, 2004. L'impact de ponceaux aménagés conformément au RNI et aux saines pratiques de voirie forestière sur les frayères à omble de fontaine. Direction de l'environnement forestier et Direction de la recherche sur la faune. Ministère des Ressources naturelles, de la faune et des Parcs. Québec. 20 p.
- Desmarais, M., 2012. Le droit applicable aux chemins forestiers du Québec dans une perspective de protection de la biodiversité. Université Laval, Québec. 137 p.
- Dubé, M., S. Delisle, S. Lachance et R. Dostie, 2006. L'impact de ponceaux aménagés en milieu forestier sur l'habitat de l'omble de fontaine. Ministère des ressources naturelles et de la faune, Direction de l'environnement forestier, Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec. 62 p.
- Dugdale, S.J., J. Franssen, E. Corey, N.E. Bergeron, M. Lapointe et R.A. Cunjak, 2016. Main stem movement of Atlantic salmon parr in response to high river temperature. *25*(3), 429-445.

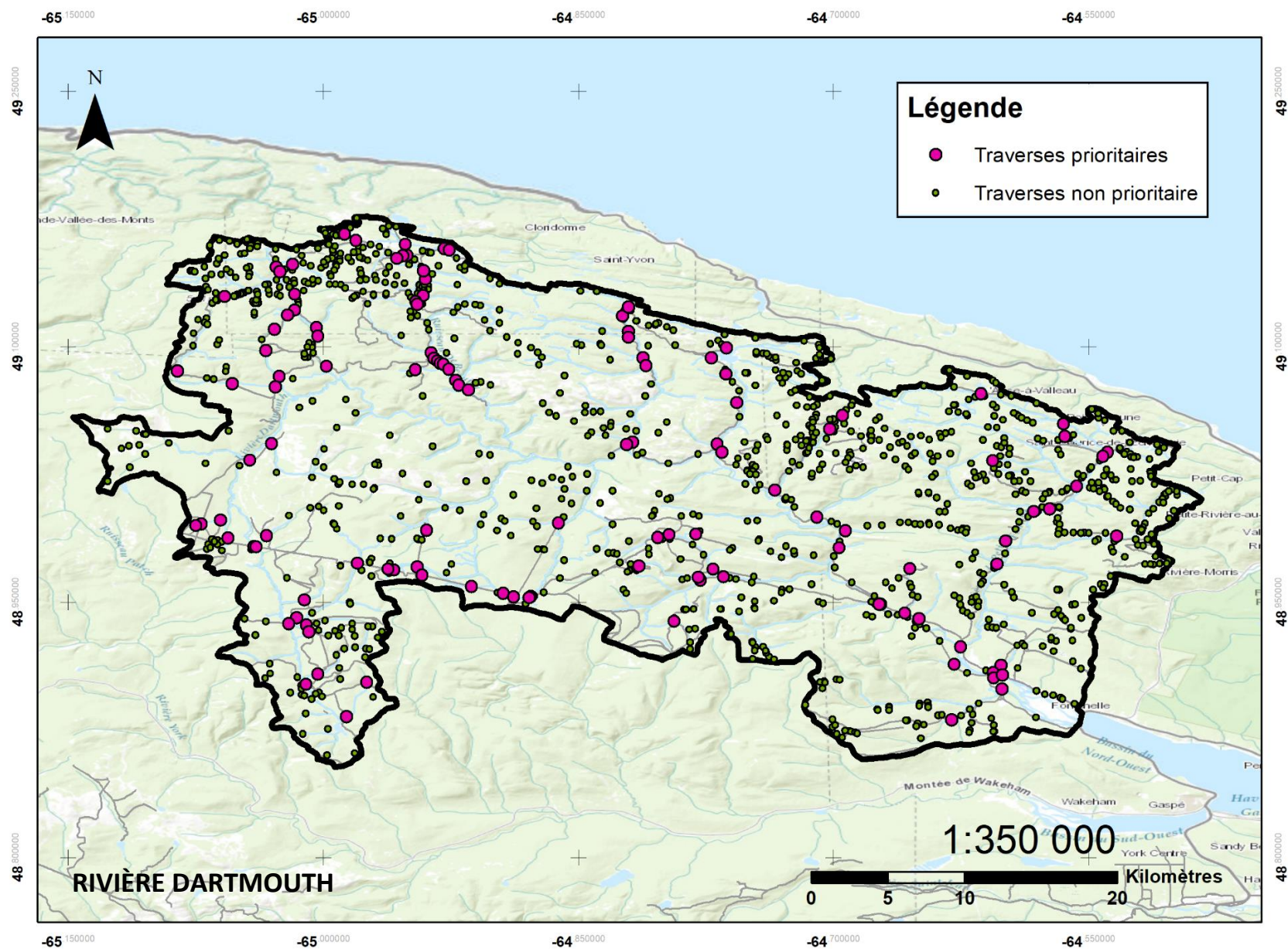
- Erkinaro, J. et E. Niemelä, 1995. Growth differences between the Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, of nursery brooks and natal rivers in the River Teno watercourse in northern Finland. *Environmental Biology of Fishes*, 42(3), 277-287.
- ESRI, 2015. ArcGIS Desktop : Mise à jour 10.3.1. Redlands, Ca.
- Fagan, W.F., 2002. Connectivity, Fragmentation, and Extinction Risk in Dentrictic Metapopulations. 83(12), 3243-3249.
- FQCQ. Carte interactive En ligne]. Consulté le 1 août 2020, à <https://www.fqcq.qc.ca/carte-interactive/>
- Gagnon-Poiré, R., 2017. Fragmentation de l'habitat du saumon Atlantique (*Salmo salar*) par les ponceaux routiers et forestiers. Université du Québec, Québec. 91 p.
- Gauthier, L. et H. Varady-Szabo, 2014. Mesures d'atténuation des impacts des chemins forestiers en Gaspésie. Consortium en foresterie Gaspésie—Les-Îles. Gaspé, Québec 86 p.
- Gibson, R.J., R.L. Haedrich et C.M. Wernerheim, 2005. Loss of Fish Habitat as a Consequence of Inappropriately Constructed Stream Crossings. *Fisheries*, 30(1), 10-17.
- Goerig, E. et N. Bergeron, 2014. Modélisation de la capacité de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) à franchir les ponceaux - Rapport final. Institut National de la Recherche Scientifique pour le compte du ministère des Transports du Québec. 96 p.
- Goerig, E., T. Castro-Santos et N. Bergeron, 2016. Brook trout passage performance through culverts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73, 1-11.
- Goldes, S.A., H.W. Ferguson, R.D. Moccia et P.-Y. Daoust, 1988. Histological effects of the inert suspended clay kaolin on the gills of juvenile rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. 11(1), 23-33.
- Gratton, L., 2007. Délimitation de la ligne des hautes eaux : méthode botanique simplifiée. Ministère de l'environnement et de la faune. 72 p.
- Harper, D.J. et J.T. Quigley, 2000. No net loss of fish habitat: a review and analysis of habitat compensation in Canada. 343-355 p.
- Jetté, J.-P., A. Robitaille, J. Pâquet et G. Parent, 1998. Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec. M. d. R. n. Gouvernement du Québec. Québec. 54 p.
- Kemp, P.S. et J.R. O'Hanley, 2010. Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers: a synthesis. 17(4), 297-322.
- Lacombe, P.P. et S. Jutras, 2016. État et durabilité des traverses de cours d'eau sur les chemins forestiers. Université Laval. Québec. 41 p.
- Lacroix, G., 2011. Survival of Eggs and Alevins of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Relation to the Chemistry of Interstitial Water in Redds in some Acidic Streams of Atlantic Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42, 292-299.
- Langevin, R., 2004. Importance au Québec des augmentations des débits de pointe des cours d'eau attribuables à la récolte forestière. Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier. Québec. p.
- Lapointe, M., P. Bérubé et M. Rodriguez, 2004. Impacts des pratiques forestières sur la ressource salmonicole dans le bassin de la rivière Cascapédia, Gaspésie. (pp. 59-66): Forum de transfert sur la recherche en aménagement et en environnement forestiers, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec.
- Larinier, M., 2002. Fish Passage through Culverts, Rock Weirs and Estuarine Obstructions. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, (364), 119-134.
- Latrémouille, I., B. Paré et C. Langlois, 2014. Méthode uniforme d'inventaire des traverses de cours d'eau dans les zecs. ZEC Québec et Fondation de la faune du Québec. Québec. 58 p.
- Levasseur, M., F. Bérubé et N.E. Bergeron, 2006. A field method for the concurrent measurement of fine sediment content and embryo survival in artificial salmonid redds. 31(4), 526-530.

- Madej, M.A., 2001. Erosion and sediment delivery following removal of forest roads. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(2), 175-190.
- MERN, 2018. Cartes topographiques à l'échelle de 1/20 000, Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles, [En ligne]. Consulté le 27 juillet 2020, à <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/cartes-topographiques-a-l-echelle-de-1-20-000>
- MERN, 2019. Cartes topographiques à l'échelle de 1/100 000, Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles, [En ligne]. Consulté le 27 juillet 2020, à <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/cartes-topographiques-a-l-echelle-de-1-100-000>
- MFFP, 2018. Guide d'application du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'état. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Gouvernement du Québec, . Québec. 445 p.
- MRN, 1997. L'aménagement des ponts et des ponceaux dans le milieu forestier. Ministère des Ressources naturelles. Gouvernement du Québec,. Québec. 146 p.
- MTO, 2008. Ontario Structure Inspection Manual (OSIM). Ministry of Transportation. Ministry of Transportation. St. Catharines, Ontario. 565 p.
- MTQ, 2012. Manuel d'inspection des ponceaux. Ministère des Transports du Québec. Gouvernement du Québec, . Québec. 162 p.
- Nouveau-Brunswick, G.d., 2004. Lignes directrices concernant les chemins et les traverses de cours d'eau. Gouvernement du Nouveau-Brunswick, Ministères des Ressources naturelles, Direction de l'aménagement des forêts. Fredericton. 87 p.
- OBVMR, 2019. Rapport final, Caractérisation de l'impact des traverses et ponceaux dans les sentiers Quad sur le saumon. Organisme de bassin versant Matapédia-Restigouche. 22 p.
- Park, D., M. Sullivan, E. Bayne et G. Scrimgeour, 2008. Landscape-level stream fragmentation caused by hanging culverts along roads in Alberta's boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 566-575.
- Pepino, M., M. Rodríguez et P. Magnan, 2012. Impacts of highway crossings on density of brook charr in streams. *Journal of Applied Ecology*, 49, 395-403.
- Plastics Pipe Institute, 2012. Handbook of Polyethylene Pipe. CLVR Company. 620 p.
- Poplar-Jeffers, I.O., J.T. Petty, J.T. Anderson, S.J. Kite, M.P. Strager et R.H. Fortney, 2009. Culvert Replacement and Stream Habitat Restoration: Implications from Brook Trout Management in an Appalachian Watershed, U.S.A. 17(3), 404-413.
- Nom, c. Sections, a. Article Number (1988)
- R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing : Mise à jour Vienna, Australia.
- Richard, A., J. Audet et M. Desrosiers, 2019. Outil de collecte de données sur l'état des traverses de cours d'eau - Guide de l'utilisateur. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Table de Gestions Intégrées des Ressources et du Territoire. 39 p.
- Torterotot, J.-B., 2014. Effet des ponceaux forestiers sur la distribution de la diversité génétique chez l'omble de fontaine au sein d'un bassin versant boréal. Université Laval, Québec. 84 p.
- Warren Jr., M.L. et M.G. Pardew, 1998. Road Crossings as Barriers to Small-Stream Fish Movement. 127(4), 637-644.
- Wellman, J.C., D.L. Combs et S.B. Cook, 2000. Long-Term Impacts of Bridge and Culvert Construction or Replacement on Fish Communities and Sediment Characteristics of Streams. *Journal of Freshwater Ecology*, 15(3), 317-328.

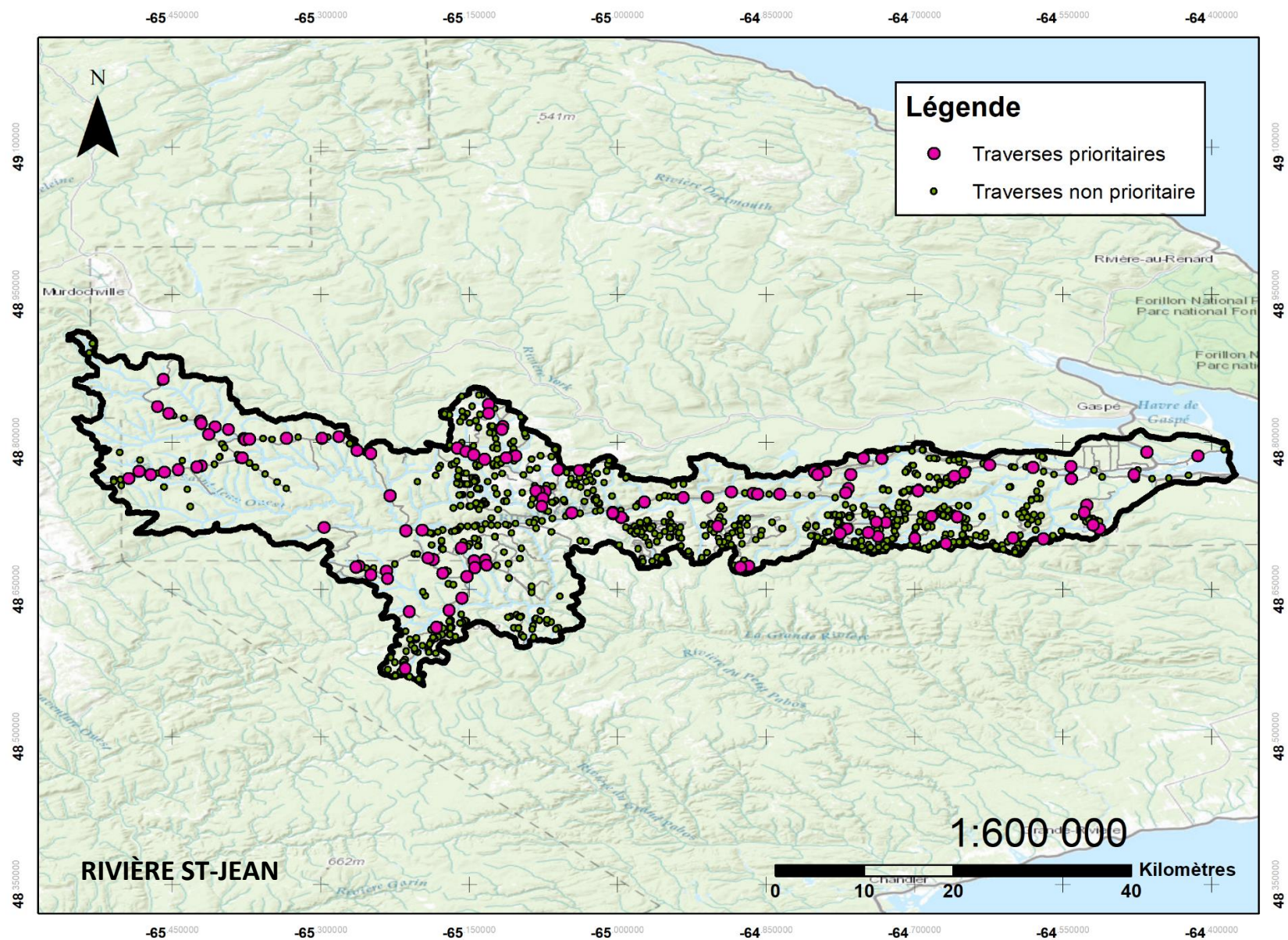
Wheeler, A., P. Angermeier et A. Rosenberger, 2005. Impacts of New Highways and Subsequent Landscape Urbanization on Stream Habitat and Biota. *Reviews in Fisheries Science - REV FISH SCI*, 13, 141-164.

Annexe 1.

Localisation des points d'échantillonnage prioritaire à l'emplacement potentiel des traverses de cours d'eau pour la caractérisation de celles-ci sur les rivières à saumon Dartmouth, St-Jean et York.



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Annexe 2.

Script R Studio (R Core Team, 2020) traduisant le filtre statique de Coffman (2005) qui permet de définir de façon qualitative la franchissabilité d'une traverse de cours d'eau par un poisson sans regard aux paramètres hydrologiques.

PREPARATION

Ajout des packages

```
install.packages("readxl")
```

```
install.packages("openxlsx")
```

Importation Base de donnees (df = data frame)

```
library(readxl)
```

```
df <- read_excel("~/1_TRAVAIL/1-  
_CONSULTANT/3000_CONTRATS/3100_EnCOURS/3100_TGIRT/CARACT_PONT/3130_REDACTIO  
N/ANALYSE/Ponceau2020_FromGDB.xls")
```

```
View(df)
```

Ajout de colonnes

Pente en pourcentage

```
df$PENTE <- df$DENIVELLATION / df$LONGUEUR * 100
```

Pente X Longueur (indice d'effort)

```
df$PENTE_LONG <- df$PENTE * df$LONGUEUR
```

Indice de Coffman

```
df$COFFMAN <- "Non disponible"
```

ORGANIGRAMME COFFMAN

100% du ponceau couvert par substrat naturel

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE %in% c("arche", "pont") | df$SUBSTRAT=="76-100"] <-  
"franchissable"
```

OU retour d'eau (seuil > entré du ponceaux)

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE=="ponceau" & df$DENIVELLATION == 0] <- "franchissable"
```

Coffman Seuil (22,86 cm)

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE=="ponceau" & df$HT_CHUTE >= 22.86] <- "infranchissable"
```

Pente 3.5%

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE=="ponceau" & df$PENTE >= 3.5] <- "infranchissable"
```

Pente X Longueur

Franchissable

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE=="ponceau" & df$HT_CHUTE < 22.86 & df$PENTE < 3.5 &  
df$PENTE_LONG <= 8] <- "franchissable"
```

Indetermine

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE == "ponceau" & df$HT_CHUTE < 22.86 & df$PENTE < 3.5 &  
df$PENTE_LONG < 61] <- "indetermine"
```

Infranchissable

```
df$COFFMAN[df$INFRASTRUCTURE == "ponceau" & df$HT_CHUTE < 22.86 & df$PENTE < 3.5 &  
df$PENTE_LONG >= 61] <- "infranchissable"
```

VISIONNEMENT DE LA BD

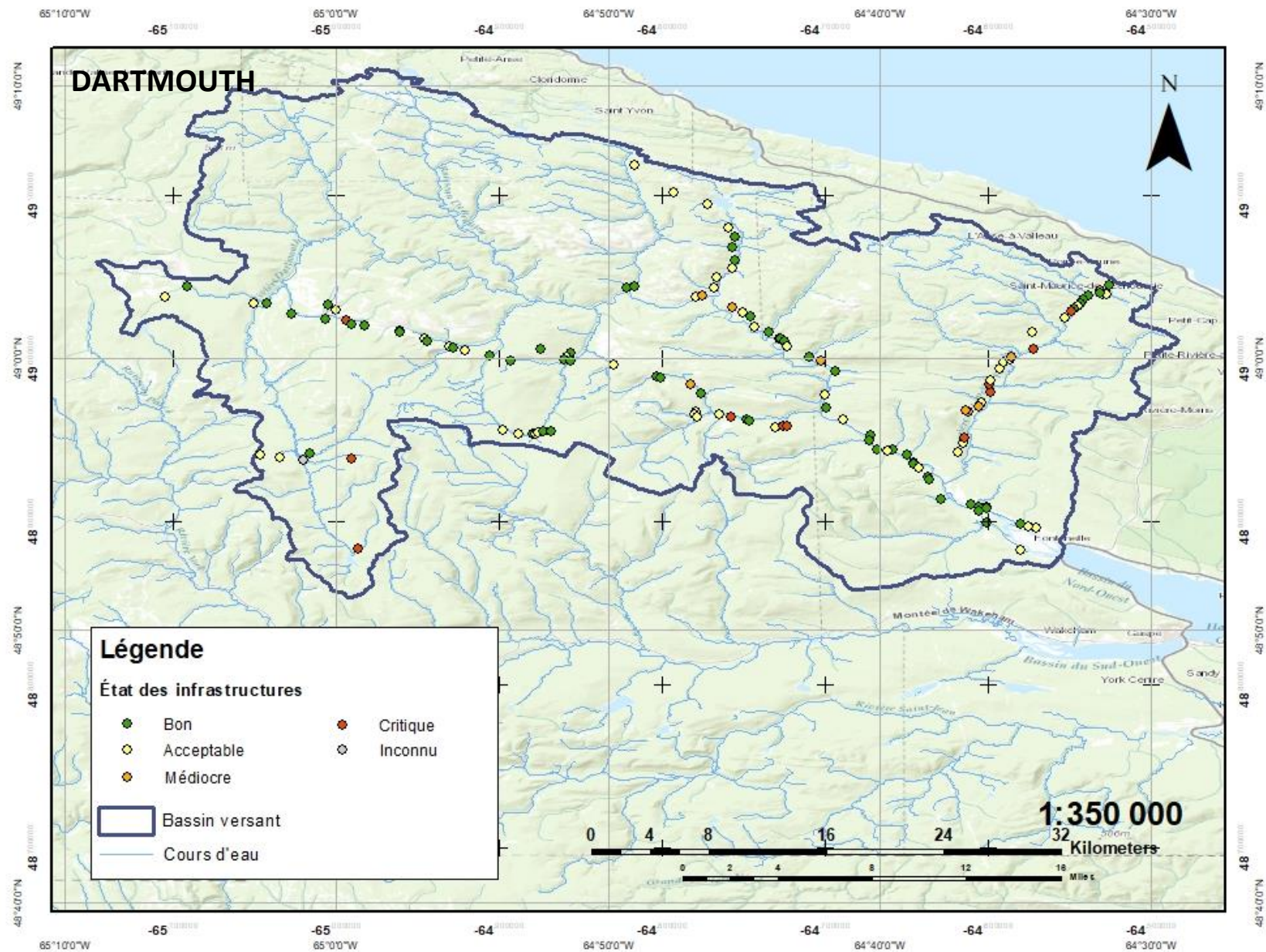
```
View(df)
```

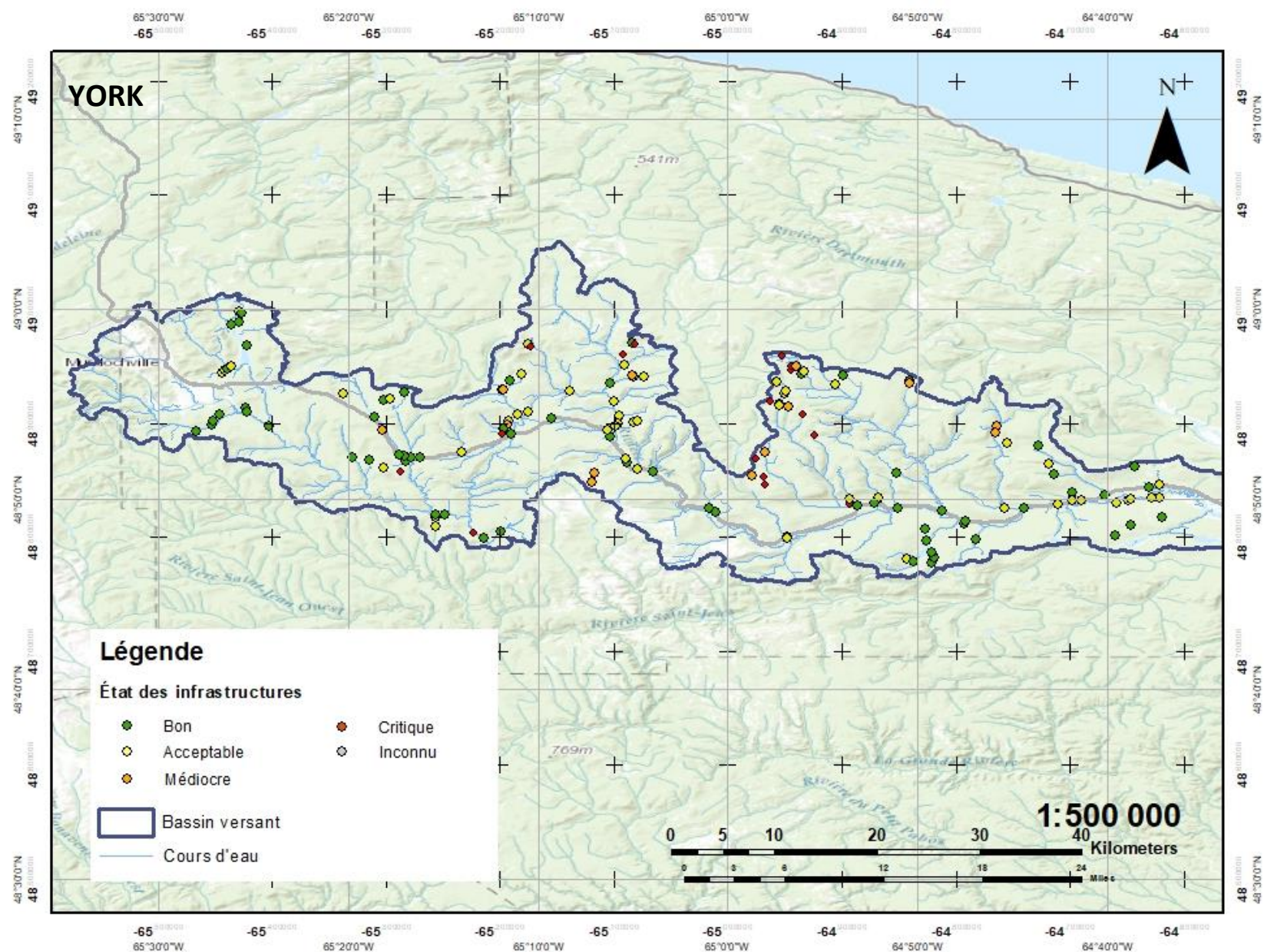
EXPORTATION

```
library(openxlsx)  
write.xlsx(df, "FA_Coffman_Ponceau2020.xlsx")
```

Annexe 3.

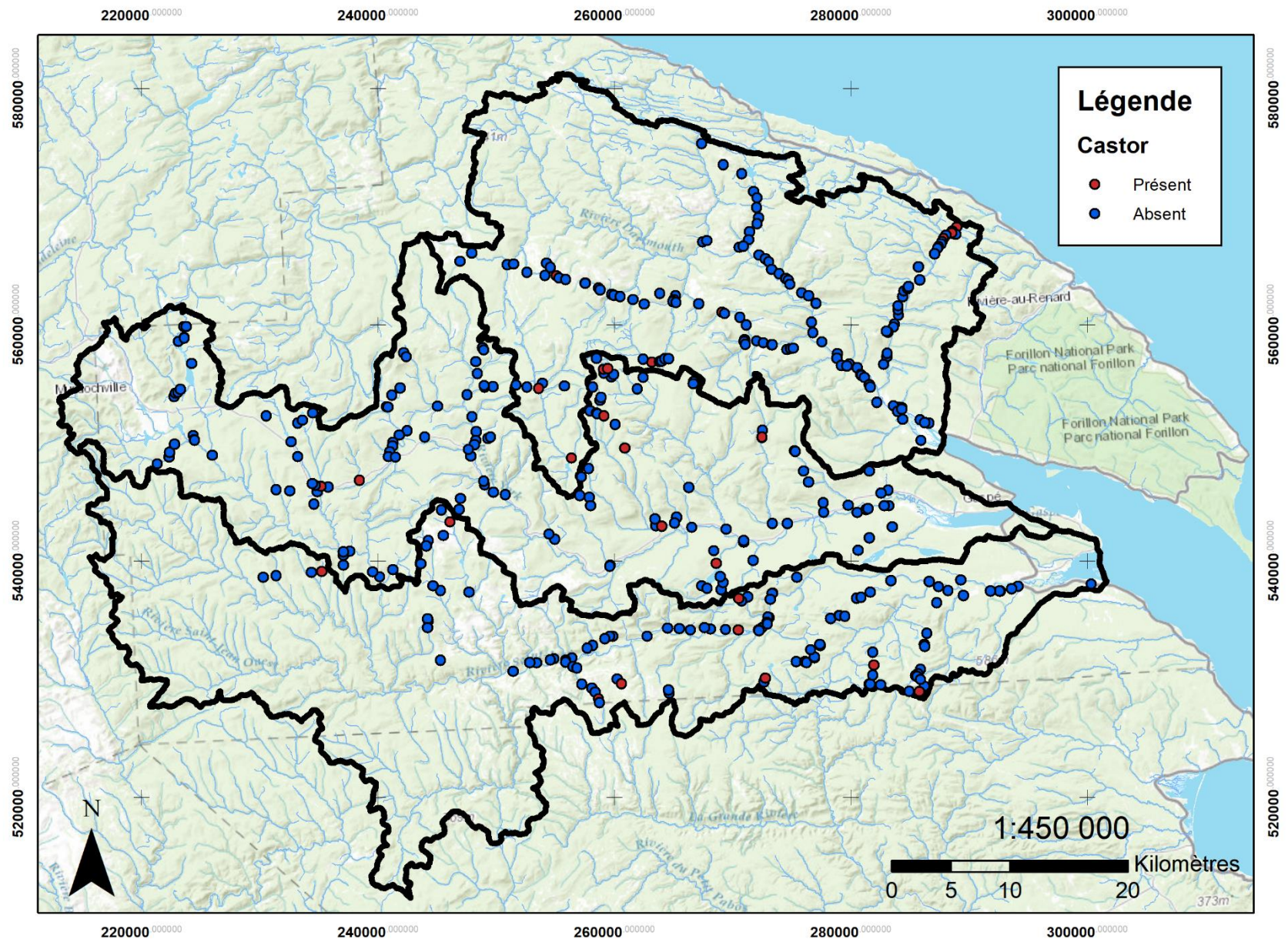
État des ponceaux sur le bassin versant de trois rivières à saumon (Dartmouth, York, St-Jean).





Annexe 4.

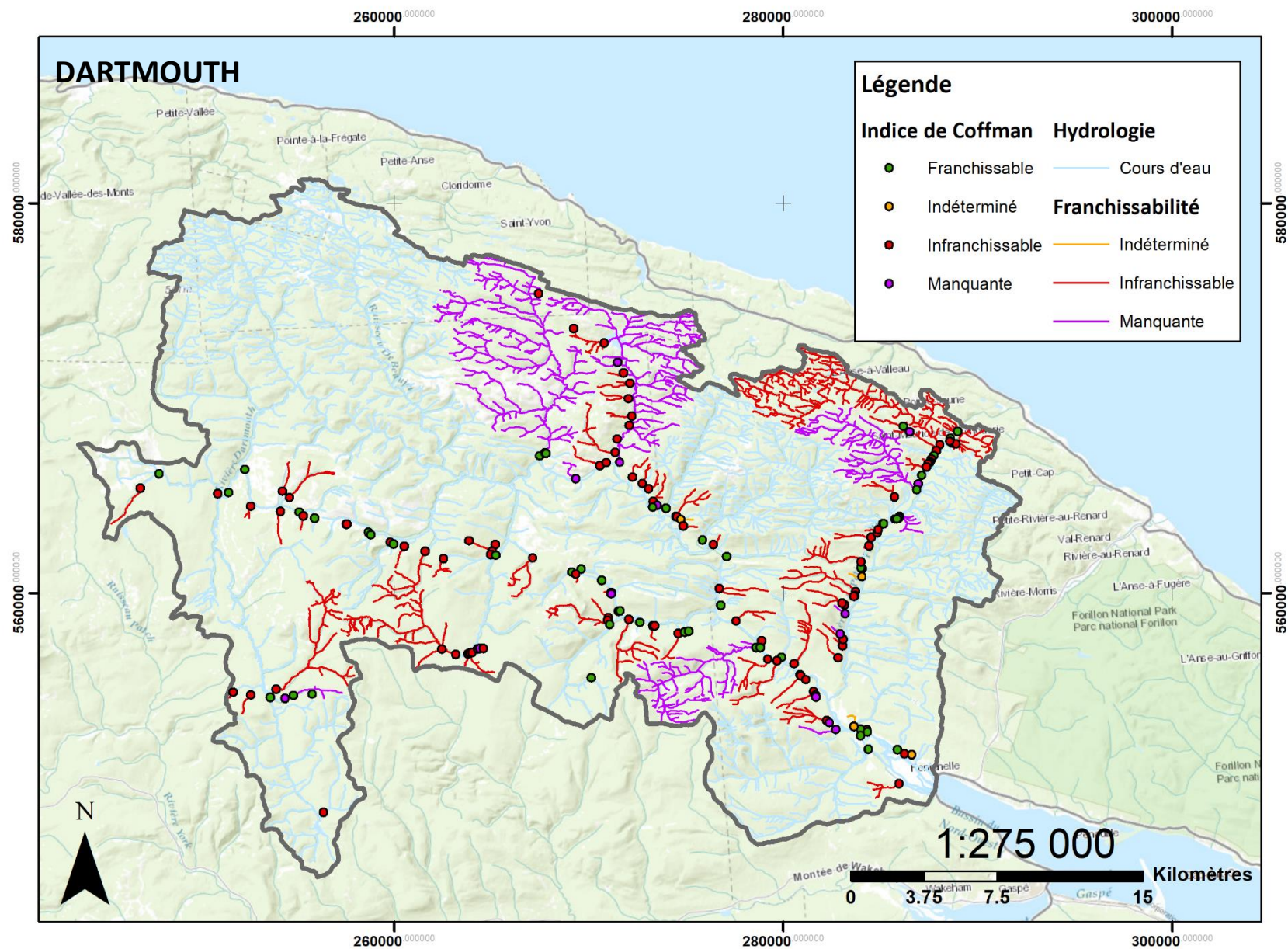
Localisation cartographique et descriptive de la présence de castor ou de barrage dans le conduit, dans le cours d'eau en amont ou en aval des traverses de cours d'eau sur les bassins versants des rivières Dartmouth, St-Jean et York

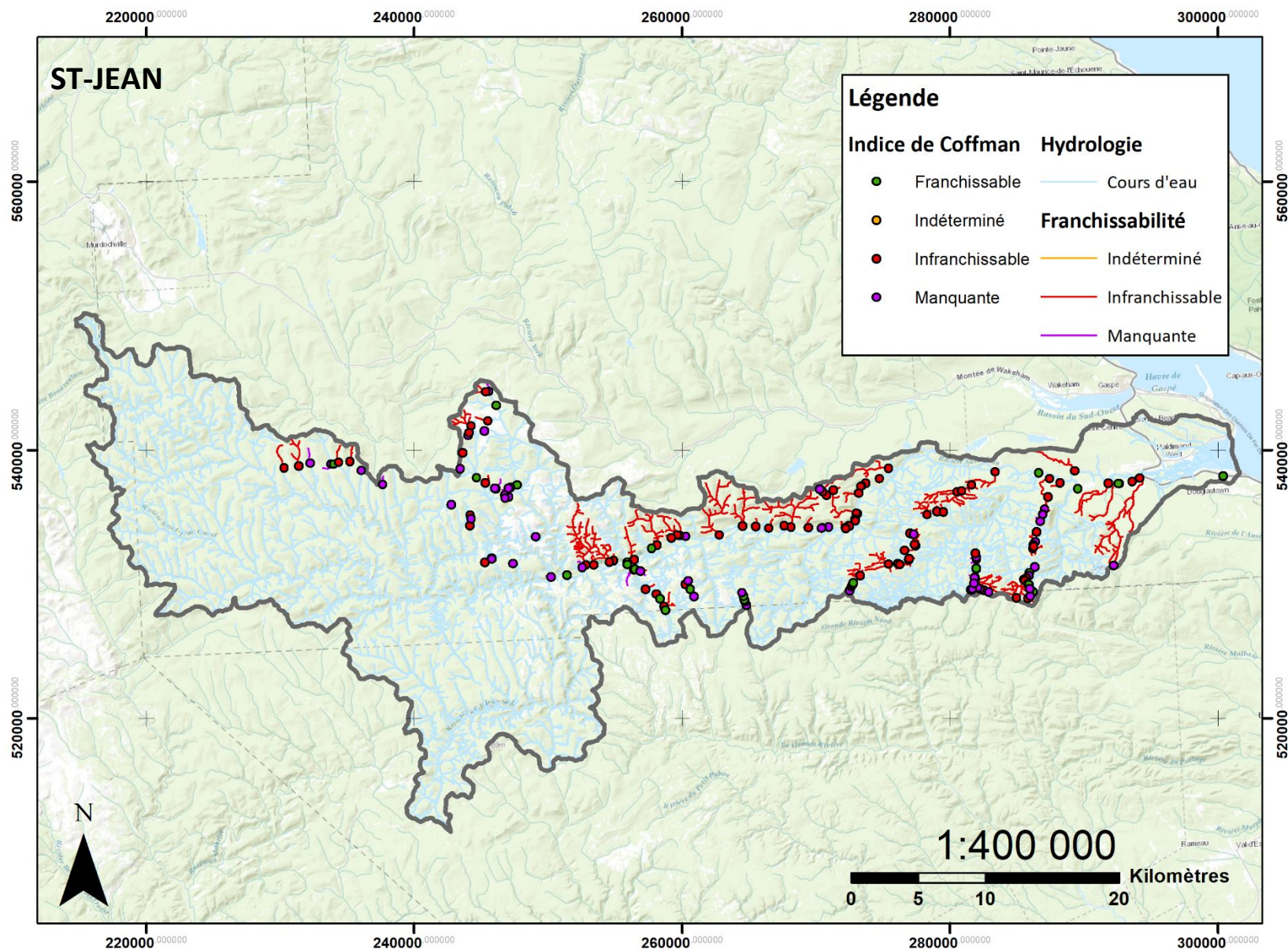


Date saisie	Bassin versant	Type de cours d'eau	État de l'infrastructure	Latitude	Longitude	Présence de castor
2020-08-31	Dartmouth	Permanent	Bon	48.9882494	-64.8033196	Barrage dans la structure
2020-09-01	Dartmouth	Permanent	Critique	49.02253529	-64.99351622	Barrage dans la structure
2020-08-28	Dartmouth	Intermittent	Bon	48.9352902	-64.6462768	Barrage en amont
2020-09-19	Dartmouth	Permanent	Critique	48.8829116	-64.9864933	Barrage en amont
2020-08-25	Dartmouth	Permanent	Bon	49.0439202	-64.5259421	Barrage en aval
2020-08-25	Dartmouth	Permanent	Bon	49.03945704	-64.53183809	Présent sans barrage visible
2020-08-25	Dartmouth	Permanent	Bon	49.03567598	-64.54177065	Présent sans barrage visible
2020-09-17	Dartmouth	Permanent	Acceptable	48.95309238	-64.88812047	Présent sans barrage visible
2020-10-16	St-Jean	Intermittent	Médiocre	48.7450955	-64.8038555	Barrage dans la structure
2020-10-18	St-Jean	Permanent	Médiocre	48.707062	-64.7753165	Barrage dans la structure
2020-09-24	St-Jean	Intermittent	Bon	48.7692237	-64.8014606	Barrage en amont
2020-10-11	St-Jean	Intermittent	Médiocre	48.805167	-65.281819	Barrage en amont
2020-10-19	St-Jean	Permanent	Bon	48.6904857	-64.5986419	Barrage en amont
2020-10-18	St-Jean	Intermittent	Critique	48.7085308	-64.941352	Barrage en aval
2020-10-19	St-Jean	Permanent	Bon	48.7126894	-64.6493213	Barrage en aval
2020-10-11	St-Jean	Permanent	Bon	48.8383838	-65.1303863	Présent sans barrage visible
2020-10-18	St-Jean	Intermittent	Acceptable	48.6978955	-64.9688688	Présent sans barrage visible
2020-09-02	York	Permanent	Médiocre	48.8915734	-64.7648217	Barrage dans la structure
2020-09-18	York	Intermittent	Critique	48.8885099	-64.9243316	Barrage dans la structure
2020-09-21	York	Intermittent	Critique	48.9493442	-64.9440604	Barrage dans la structure
2020-10-07	York	Permanent	Acceptable	48.9101008	-65.4222044	Barrage dans la structure
2020-09-02	York	Permanent	Acceptable	48.8912045	-64.7648656	Barrage en amont
2020-10-21	York	Permanent	Acceptable	48.873693	-65.2330403	Barrage en amont
2020-09-18	York	Permanent	Acceptable	48.9163407	-64.9550484	Barrage en aval
2020-09-21	York	Intermittent	Médiocre	48.9498938	-64.9394194	Barrage en aval
2020-09-18	York	Permanent	Médiocre	48.9137872	-64.9464033	Présent sans barrage visible
2020-09-24	York	Permanent	Bon	48.7968317	-64.8254519	Présent sans barrage visible

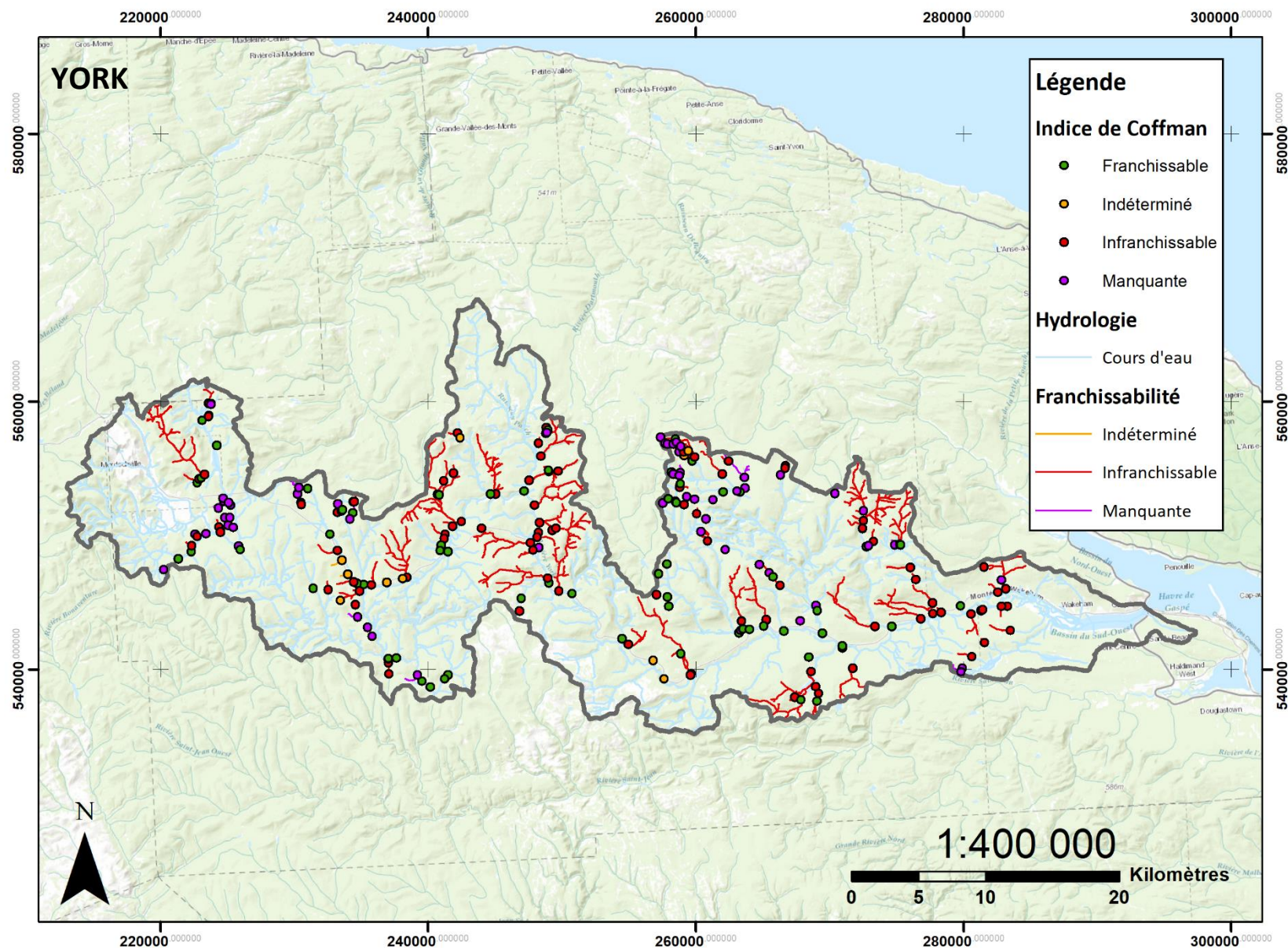
Annexe 5.

Représentation cartographique de la perte d'habitat potentiel pour les salmonidés sur les rivières Dartmouth, St-Jean et York causé par l'infranchissabilité des ponceaux déterminés par l'indice de Coffman (2005).





Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



Service Layer Credits: Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Annexe 6.

Grille de priorisation d'intervention pour les habitats fauniques sur les ponceaux en milieu forestier développé par l'OBVMR (2019)

Type de cours d'eau		Problématique de sédimentation				Fragmentation		autre problématique
		Apport important de sédiment fins, fossé routier se draine directement dans un cours d'eau	Apport de sédiments fins, Fossé routier se draine indirectement dans un cours d'eau	Absence de bassin de sédimentation / tranché filtrante ou bassins pleins qui pourrait être un apport de sédiments fin aux cours d'eau	Traverse à gué	Totale	Partielle (chute en période d'étiage, beaucoup de sédiments dans le ponceau, mauvaise installation d'un grillage pour le castor qui pourrait mener à une fragmentation)	sécurité public
Permanent important	fraie de truite et/ou saumon	1 (A)	1 (B)	2 (C)	1 (D)	1 (E)	1 (F)	1 (G)
	Habitat pour truite et/ou saumon à l'année longue							
	Ordre de strahler élevé							
Permanent	Pas de fraie	2 (H)	2 (I)	3 (J)	1 (K)	1 (L)	2 (M)	1 (N)
	Pas d'habitat à l'année longue pour truite et/ou saumon							
Intermittent ou Permanent non prioritaire	À proximité d'un cours d'eau important	3 (O)	3 (P)	3 (Q)	2 (R)	3 (S)	3 (T)	1 (U)
	Pas d'habitat pour saumon et/ou truite							
	Pas à proximité d'un cours d'eau important							
Pas de cours d'eau		NA	NA	4 (V)	NA	NA	NA	NA
Pas à proximité d'un cours d'eau								
Aucune problématique à régler		4 (W)						

Les chiffres sont les priorités d'intervention et les lettres sont les raisons du choix des priorisation, les deux seront intégré dans la base de donnée

Annexe 7.

Tableau des priorisations d'intervention pour les habitats fauniques sur les ponceaux en milieu forestier du bassin versant de la rivière Dartmouth (n = 55) selon la grille de sélection développée par l'OBVMR (2019).

Date de saisie	Latitude	Longitude	Type d'infrastructure	Indice de franchissabilité*	Perte d'habitat (m2)	Priorité d'intervention**
2020-08-26	48.9916251	-64.6937061	ponceau	franchissable	88 894	1A
2020-08-28	48.9488292	-64.6733879	ponceau	franchissable	0	1A
2020-08-26	48.9976377	-64.7023356	ponceau	infranchissable	1 461	1AE
2020-08-26	48.961661	-64.68928799	ponceau	infranchissable	13 798	1AE
2020-09-22	48.9410352	-65.0158483	ponceau	infranchissable	154 065	1AE
2020-08-25	49.03945704	-64.53183809	ponceau	infranchissable	49 750	1BE
2020-08-25	49.0381652	-64.538857	ponceau	infranchissable	840 053	1BE
2020-08-25	49.03567598	-64.54177065	ponceau	infranchissable	30 857	1BE
2020-08-25	49.018009	-64.5568872	manquante	franchissable	0	1D
2020-08-27	49.044333	-64.8179914	manquante	franchissable	0	1D
2020-08-27	49.0164951	-64.743957	manquante	franchissable	0	1D
2020-08-28	48.9694009	-64.7706597	manquante	franchissable	0	1D
2020-08-28	48.9489319	-64.6761941	manquante	franchissable	0	1D
2020-09-01	49.0434779	-65.0305249	manquante	franchissable	0	1D
2020-08-31	48.9895594	-64.7965628	manquante	franchissable	0	1D
2020-09-02	48.9388257	-64.793583	manquante	franchissable	0	1D
2020-10-08	49.00317472	-64.58225528	manquante	franchissable	0	1D
2020-10-08	49.00315972	-64.58153306	manquante	franchissable	0	1D
2020-10-08	49.00485333	-64.57325083	manquante	franchissable	0	1D
2020-09-22	48.9376826	-65.0038873	manquante	franchissable	0	1E
2020-09-22	48.9366471	-65.0099704	manquante	manquante	0	1E
2020-09-17	48.95309238	-64.88812047	ponceau	infranchissable	165 190	1EC
2020-09-19	48.8829116	-64.9864933	ponceau	infranchissable	50 949	1HJL
2020-08-28	48.9633932	-64.7574666	ponceau	franchissable	0	1HL
2020-09-01	49.02253529	-64.99351622	ponceau	franchissable	0	1HL
2020-08-31	48.9882494	-64.8033196	ponceau	franchissable	0	1HL
2020-08-28	48.9424593	-64.6621106	ponceau	infranchissable	12 060	1HL
2020-08-28	48.9134734	-64.6292224	ponceau	infranchissable	25 818	1HL
2020-09-01	49.0434307	-65.0909668	ponceau	franchissable	0	1IL
2020-08-26	48.9405179	-64.6501239	ponceau	infranchissable	23 457	1IL
2020-08-28	48.96504822	-64.76479503	ponceau	infranchissable	42 307	1IL
2020-08-31	49.0015128	-64.906004	ponceau	infranchissable	37 439	1IL
2020-09-17	48.9557861	-64.8975825	ponceau	infranchissable	0	1JL
2020-09-17	48.9533969	-64.8780009	ponceau	infranchissable	5 676	1JL
2020-08-25	49.0383206	-64.5274353	ponceau	infranchissable	0	1L
2020-09-01	49.02323147	-65.00665693	ponceau	infranchissable	4 966	1L
2020-08-31	49.00001532	-64.85887356	ponceau	infranchissable	8 568	1L
2020-09-01	49.0325541	-65.0047333	ponceau	infranchissable	6 392	1LJ
2020-08-27	49.0380577	-64.7656441	manquante	manquante	0	2C
2020-08-27	49.04374857	-64.81718141	ponceau	franchissable	3 277	2C
2020-09-01	49.0207144	-64.9906485	ponceau	infranchissable	3 918	2HL
2020-08-31	49.0055481	-64.9281168	ponceau	franchissable	0	2I
2020-10-08	48.89813278	-64.58070889	ponceau	franchissable	0	2I

(suite)

Date de saisie	Latitude	Longitude	Type d'infrastructure	Indice de franchissabilité*	Perte d'habitat (m²)	Priorité d'intervention**
2020-08-25	49.0475437	-64.5639503	manquante	franchissable	0	2R
2020-10-08	48.98325528	-64.59911278	ponceau	franchissable	0	3O
2020-09-17	48.9551176	-64.8725996	ponceau	infranchissable	0	3PQS
2020-08-31	48.9779291	-64.7762355	ponceau	infranchissable	1 521	3PS
2020-09-17	48.9550576	-64.8726669	ponceau	infranchissable	0	3PS
2020-08-31	48.9956826	-64.8301629	ponceau	infranchissable	20 531	3S
2020-08-27	49.0429622	-64.8218515	ponceau	franchissable	14 196	4W
2020-09-01	49.01029395	-64.94372154	ponceau	franchissable	0	4W
2020-08-31	48.9978744	-64.8562794	ponceau	franchissable	0	4W
2020-10-08	48.90860639	-64.6057425	ponceau	franchissable	0	4W
2020-09-01	49.0263484	-65.0275466	ponceau	infranchissable	3 250	4W
2020-08-31	49.0042352	-64.9206716	ponceau	infranchissable	3 488	4W

* Indice de Coffman (2005)

** Priorité d'intervention de l'OBVMR (2019)

Annexe 8.

Tableau des priorisations d'intervention pour les habitats fauniques sur les ponceaux en milieu forestier du bassin versant de la rivière St-Jean (n = 31) selon la grille de sélection développée par l'OBVMR (2019).

Date de saisie	Latitude	Longitude	Type d'infrastructure	Indice de franchissabilité*	Perte d'habitat (m²)	Priorité d'intervention**
2020-10-13	48.7902117	-65.1536304	ponceau	franchissable	0	1AC
2020-10-19	48.7064746	-64.6512874	manquante	franchissable	0	1ACD
2020-10-15	48.7282134	-65.0462399	ponceau	infranchissable	121 403	1ACE
2020-10-19	48.7687631	-64.6493342	ponceau	infranchissable	10 183	1ACE
2020-10-20	48.7025564	-64.6005664	ponceau	infranchissable	49 860	1ACE
2020-10-11	48.8040026	-65.2986916	manquante	franchissable	0	1AE
2020-10-15	48.7439481	-64.9090428	ponceau	infranchissable	87 647	1AE
2020-10-15	48.7390839	-64.9727421	ponceau	infranchissable	37 977	1AE
2020-10-11	48.8383838	-65.1303863	ponceau	franchissable	0	1BC
2020-10-12	48.7213475	-65.0827928	manquante	franchissable	0	1BE
2020-10-15	48.7277971	-65.0384277	ponceau	infranchissable	3 356	1HJL
2020-10-19	48.7668917	-64.5592819	ponceau	infranchissable	3 425	1HL
2020-10-19	48.7765479	-64.6247295	ponceau	infranchissable	38 106	1HL
2020-10-11	48.8049115	-65.2934747	ponceau	infranchissable	5 273	1IJ
2020-10-11	48.8251863	-65.1567394	ponceau	infranchissable	16 892	1IJL
2020-10-15	48.7491195	-64.8850812	ponceau	infranchissable	30 182	1IJL
2020-10-20	48.7742651	-64.5439185	ponceau	infranchissable	20 099	1IJL
2020-10-18	48.7030896	-64.9726213	ponceau	franchissable	0	1JL
2020-10-19	48.7126894	-64.6493213	ponceau	franchissable	0	1JL
2020-10-19	48.7053988	-64.6509639	ponceau	infranchissable	49 395	1L
2020-10-15	48.7284957	-65.0043871	ponceau	franchissable	0	2C
2020-10-18	48.6952247	-64.9678175	ponceau	franchissable	0	3J
2020-10-11	48.8037529	-65.3345178	ponceau	infranchissable	22 502	3OQS
2020-10-16	48.7829091	-64.7330339	ponceau	infranchissable	27 343	3OQS
2020-10-16	48.7670959	-64.7650179	ponceau	infranchissable	4 806	3OQS
2020-10-18	48.7503883	-64.6965606	ponceau	infranchissable	13 618	3OQS
2020-10-15	48.7296055	-65.0221764	ponceau	infranchissable	26 953	3OS
2020-10-18	48.707062	-64.7753165	ponceau	franchissable	0	3Q
2020-09-24	48.7702556	-64.7907206	ponceau	infranchissable	1 340	3QS
2020-09-24	48.7669702	-64.7978112	ponceau	infranchissable	4 888	3QS
2020-10-18	48.7385512	-64.7149047	manquante	infranchissable	0	3S

* Indice de Coffman (2005)

** Priorité d'intervention de l'OBVMR (2019)

Annexe 9.

Tableau des priorisations d'intervention pour les habitats fauniques sur les ponceaux en milieu forestier du bassin versant de la rivière York (n = 59) selon la grille de sélection développée par l'OBVMR (2019).

Date de saisie	Latitude	Longitude	Type d'infrastructure	Indice de franchissabilité*	Perte d'habitat (m²)	Priorité d'intervention**
2020-09-19	48.8135426	-64.957056	manquante	franchissable	0	1ACD
2020-09-23	48.9273453	-65.1439525	manquante	franchissable	0	1ACD
2020-09-23	48.9272637	-65.1388522	ponceau	infranchissable	60 056	1ACE
2020-09-27	48.9491898	-65.4359571	ponceau	infranchissable	118 729	1ACE
2020-09-22	48.9280379	-65.1095408	manquante	franchissable	0	1AD
2020-09-02	48.8915734	-64.7648217	ponceau	infranchissable	0	1AE
2020-09-23	48.9097029	-65.1750871	ponceau	infranchissable	122 982	1AE
2020-09-18	48.9163407	-64.9550484	ponceau	franchissable	0	1B
2020-09-27	48.905181	-65.3101907	ponceau	franchissable	0	1B
2020-10-07	48.8975832	-65.4527687	ponceau	franchissable	0	1B
2020-09-27	48.985625	-65.4358782	ponceau	franchissable	0	1BC
2020-09-18	48.9202355	-64.8883022	manquante	franchissable	0	1BCD
2020-09-22	48.8254739	-64.896988	manquante	franchissable	0	1BCD
2020-09-02	48.8793722	-64.7621785	manquante	franchissable	0	1BD
2020-10-09	48.8190714	-65.2563061	manquante	franchissable	0	1HJK
2020-09-02	48.8912045	-64.7648656	ponceau	infranchissable	324 277	1HJL
2020-09-22	48.9064726	-65.0952988	ponceau	infranchissable	19 587	1HJL
2020-09-23	48.951075	-65.0904248	ponceau	infranchissable	48 710	1HJL
2020-10-21	48.8457181	-64.6217472	ponceau	infranchissable	32 711	1HL
2020-09-24	48.7867161	-64.8213148	ponceau	infranchissable	0	1IJL
2020-09-24	48.8251572	-64.7577126	ponceau	infranchissable	74 811	1IJL
2020-09-22	48.9350952	-65.103731	ponceau	infranchissable	29 714	1IL
2020-09-22	48.918221	-65.09934	ponceau	infranchissable	47 142	1IL
2020-10-21	48.8930147	-65.1053363	ponceau	infranchissable	32 440	1IL
2020-10-07	48.9098991	-65.4219001	ponceau	infranchissable	2 114	1L
2020-10-21	48.7996398	-64.9477489	ponceau	infranchissable	60 913	1L
2020-10-21	48.8596051	-65.0787494	ponceau	infranchissable	63 301	1L
2020-10-21	48.8684743	-65.0894254	ponceau	infranchissable	65 273	1L
2020-10-21	48.873693	-65.2330403	ponceau	infranchissable	74 959	1L
2020-09-23	48.9284263	-65.1964764	ponceau	franchissable	4 120	2HJ
2020-10-07	48.9101008	-65.4222044	ponceau	franchissable	0	2HJ
2020-10-09	48.8692789	-65.3298052	ponceau	franchissable	0	2HJ
2020-10-21	48.8293691	-64.8709812	ponceau	franchissable	0	2I
2020-09-19	48.8741504	-64.9672346	ponceau	franchissable	0	2IJ
2020-09-23	48.8943779	-65.1968942	ponceau	franchissable	0	2IJ
2020-09-27	48.9966234	-65.4264079	ponceau	franchissable	0	2IJ
2020-09-27	48.937373	-65.3397119	manquante	manquante	0	2OQR
2020-09-18	48.861957	-64.859304	manquante	franchissable	0	2PQR
2020-09-27	48.9188034	-65.2856956	manquante	franchissable	0	2PQR
2020-09-18	48.929883	-64.8831588	manquante	manquante	0	2PQRS
2020-09-27	48.9367278	-65.3304624	manquante	franchissable	0	2QR
2020-09-18	48.9210274	-64.9058319	manquante	franchissable	0	2R
2020-10-11	48.8067712	-65.1958797	manquante	franchissable	0	2R
2020-09-27	48.9437343	-65.4437634	ponceau	franchissable	0	3OQS
2020-09-02	48.855296	-64.713723	ponceau	infranchissable	2 443	3OQS
2020-09-22	48.9404857	-65.0830413	ponceau	infranchissable	0	3OQS

(suite)

Date de saisie	Latitude	Longitude	Type d'infrastructure	Indice de franchissabilité*	Perte d'habitat (m ²)	Priorité d'intervention**
2020-09-22	48.8332417	-64.8935479	ponceau	infranchissable	30 908	3OQS
2020-09-23	48.9013646	-65.1922716	ponceau	infranchissable	3 102	3OQS
2020-09-27	48.9461582	-65.4417947	ponceau	infranchissable	1 880	3OQS
2020-10-09	48.8660739	-65.2825694	ponceau	infranchissable	16 668	3OQS
2020-09-27	48.9211612	-65.2962482	ponceau	franchissable	0	3PQ
2020-09-24	48.7767031	-64.8209859	ponceau	franchissable	4 924	3PQ
2020-09-22	48.9403932	-65.0737621	ponceau	infranchissable	0	3PQ
2020-09-27	48.9264431	-65.2836809	ponceau	infranchissable	673	3PQS
2020-09-24	48.8118453	-64.7922237	ponceau	infranchissable	0	3PQS
2020-09-27	48.9969414	-65.428693	ponceau	infranchissable	3 980	3PS
2020-09-24	48.7978228	-64.7826542	ponceau	infranchissable	20 940	3QS
2020-09-24	48.7968317	-64.8254519	ponceau	infranchissable	156 276	3S
2020-10-21	48.8575258	-65.0651213	ponceau	franchissable	0	4W

* Indice de Coffman (2005)

** Priorité d'intervention de l'OBVMR (2019)